Révision - Mathématiques

- Algèbre de base
- Trigonométrie

UQÀM | Département des sciences de l'activité physique

ALGÈBRE DE BASE

UQÀM | Département des sciences de l'activité physique

Algèbre de base

- Priorité des opérations :
  - Parenthèses
  - Exposants
  - Multiplication et division
  - Addition et soustraction

- $5 + 10 \div 5$
- $(5 + 10) \div 5$
- $5 + (10 \div 5)$
- $\left(3 + \left(3 - \frac{4}{2}\right)^2\right) - \frac{6}{3}$

Algèbre de base

- Résolution d'une équation :
  - Chaque opération effectuée à gauche du = doit également être effectuée à droite.

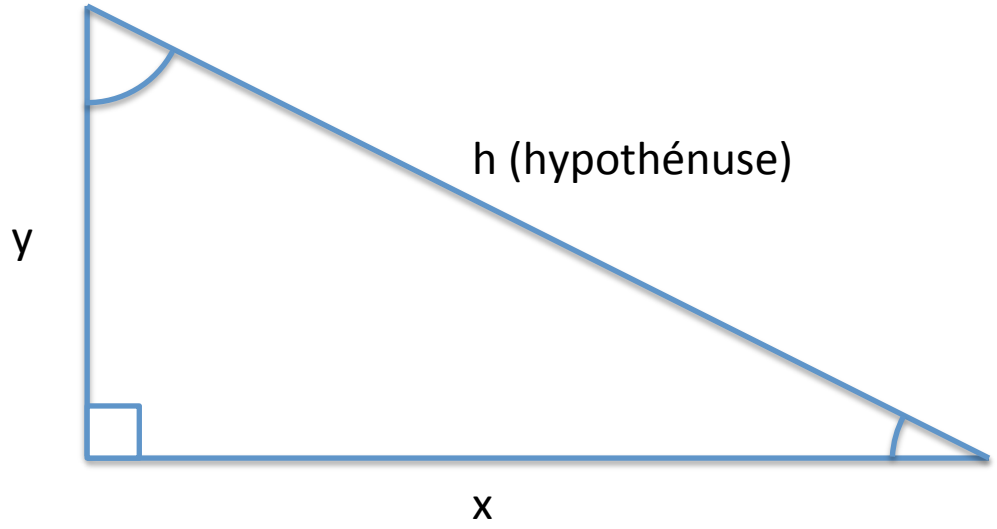
- $5 + x = 15$
- $3x - 2 = 10$
- $x + 4 = 2x$
- On prend une photo d'un enfant en position debout. À côté de l'enfant se trouve un mètre. Sur la photo, ce mètre mesure 4cm. Également sur la photo, l'enfant mesure 5cm. Quelle est la grandeur réelle de l'enfant ?

TRIGONOMÉTRIE

UQÀM | Département des sciences de l'activité physique

Géométrie

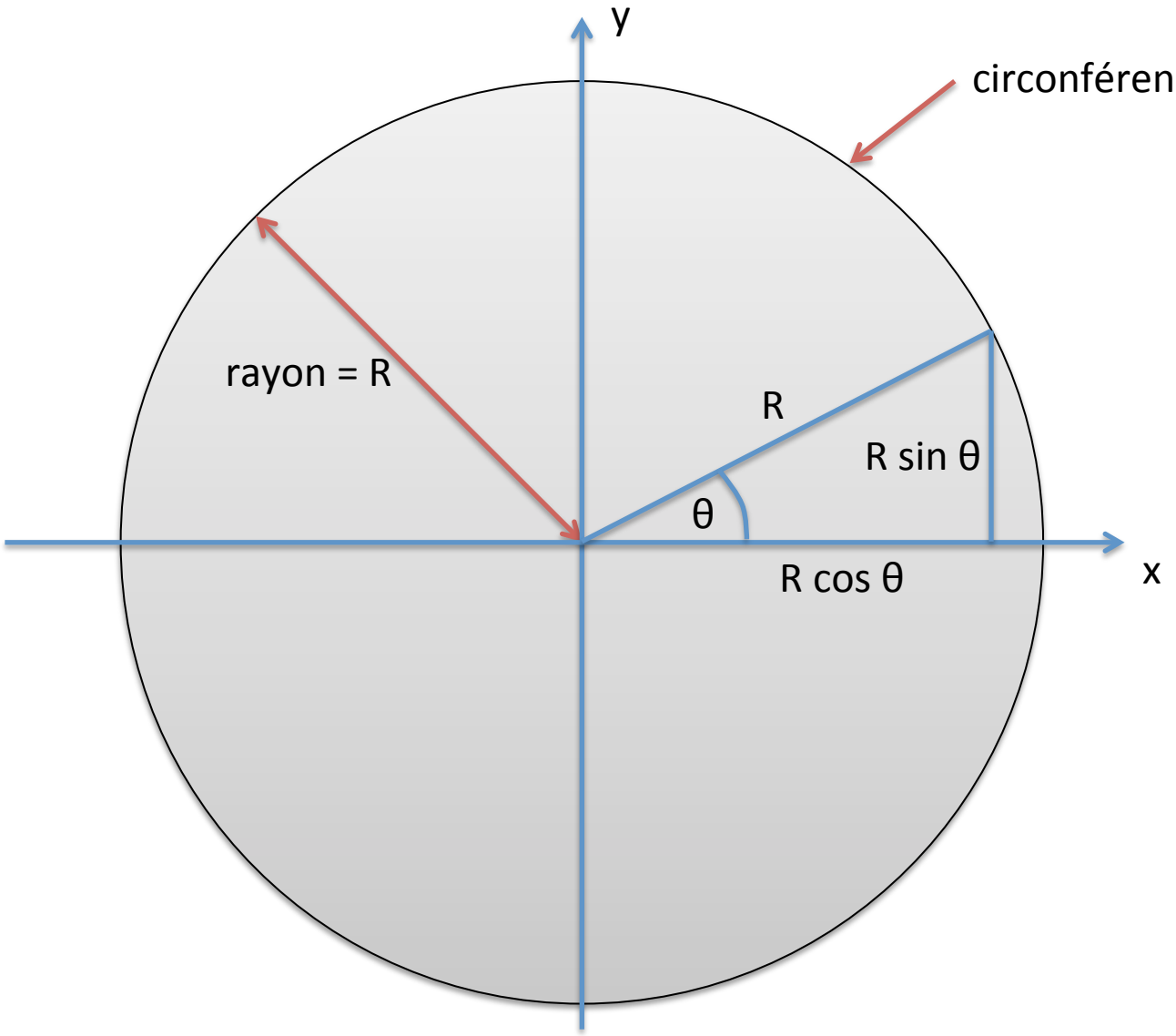
- Triangle rectangle



- Pythagore : $x^2 + y^2 = h^2$
- Somme des angles d'un triangle = 180°

Géométrie

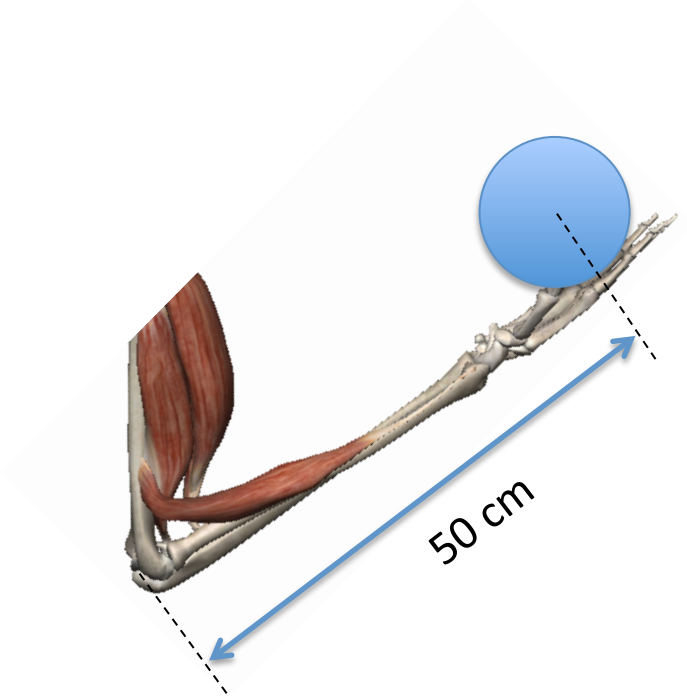
- Cercle



Géométrie

- Truc mnémotechnique
  - **SohCahToa**
    - **Soh**: **s**in(θ) = **o**pposé sur **h**ypothénuse
    - **Cah** : **c**os(θ) = **a**djacent sur **h**ypothénuse
    - **Toa** : **t**an(θ) = **o**pposé sur **a**djacent
  - **CosSin**
    - (**x**, **y**) = (**cos**(θ), **sin**(θ)) * hypothénuse

Géométrie

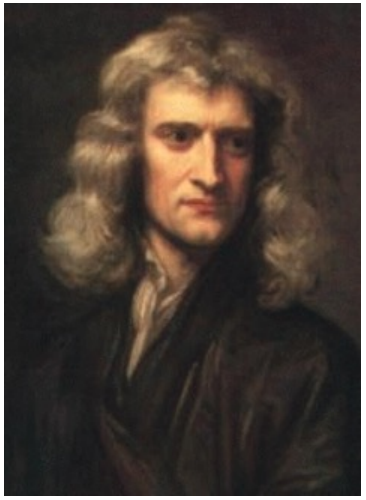


Quelle est la distance horizontale et la distance verticale entre le ballon et le centre du coude si l'avant-bras est à 30 degrés par rapport à l'horizontale ?

Les lois de Newton

Lois de Newton

- Sir Isaac Newton, 1643-1727
  - 1ère loi : Principe d'inertie
  - 2ème loi : Force – Accélération
  - 3ème loi : Action – Réaction


1689

1712

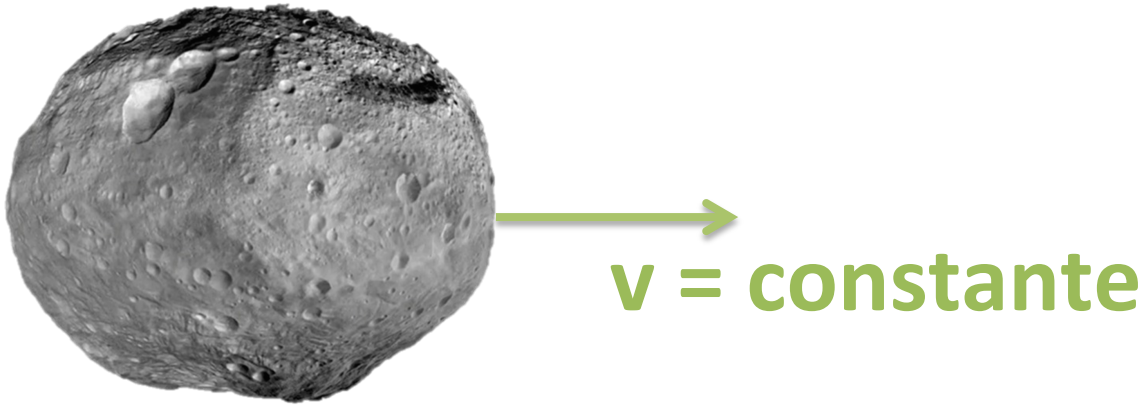
1726

1ÈRE LOI : L'INERTIE

UQÀM | Département des sciences de l'activité physique

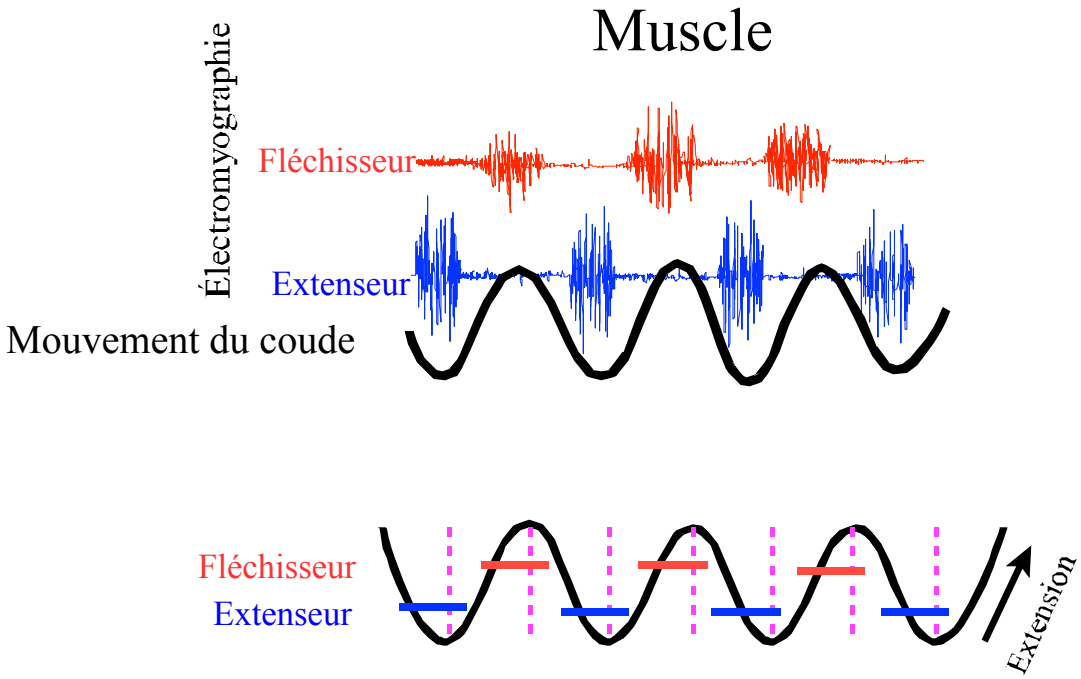
L'inertie

- 1ère loi de Newton : Principe d'inertie
  - Un corps en mouvement qui n'est soumis à aucune force externe conserve son mouvement.



L'inertie

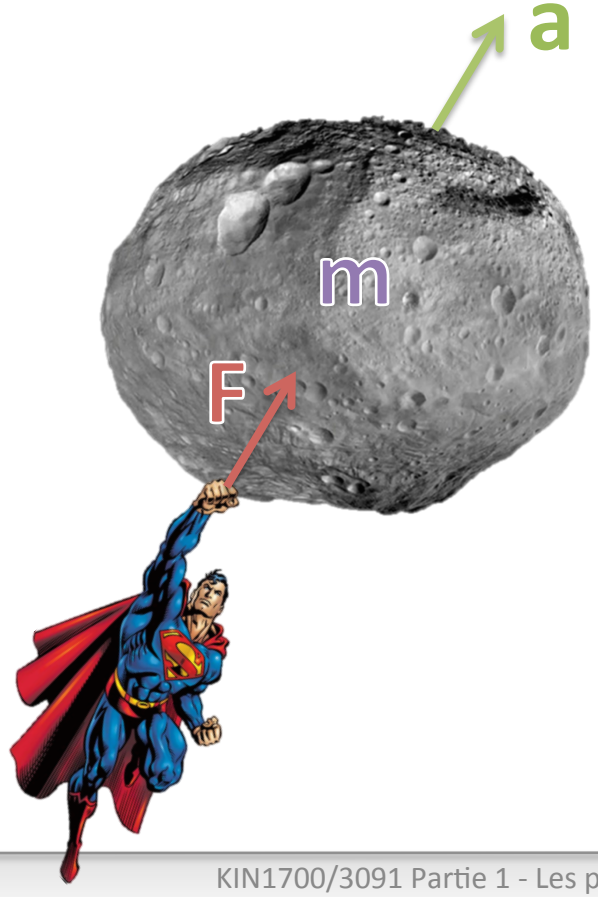
- 1ère loi de Newton : Principe d'inertie
  - Un corps en mouvement qui n'est soumis à aucune force externe conserve son mouvement.



2ÈME LOI : FORCE - ACCÉLÉRATION

Force – Accélération

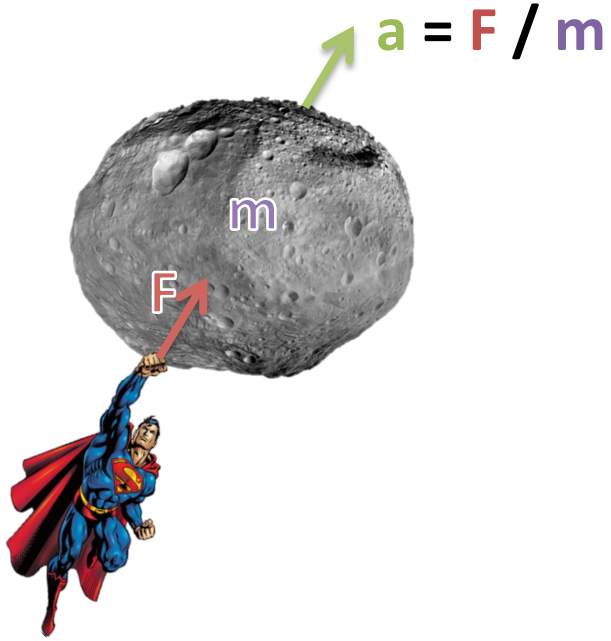
- 2ème loi de Newton : Force – Accélération
  - Les changements dans le mouvement sont proportionnels à la force motrice et à la masse, et se font dans la même direction que la force.



$$\sum F = ma$$

Force – Accélération

- La force (F)
  - Ce qui est appliqué sur un corps par un autre corps pour le faire bouger
  - Unité vectorielle (possède une norme et une direction)
  - Unité de mesure : le newton (N)
- La masse (m)
  - Quantité de matière dans un objet
  - Unité scalaire (ne possède qu'une norme)
  - Constante dans l'univers
  - Indépendante de la gravité
  - Unité de mesure : le kilogramme (kg)
- L'accélération (a)
  - La vitesse à laquelle un corps change de vitesse
  - Unité vectorielle (possède une norme et une direction)
  - Unité de mesure : le mètre par seconde carrée (m/s^2)

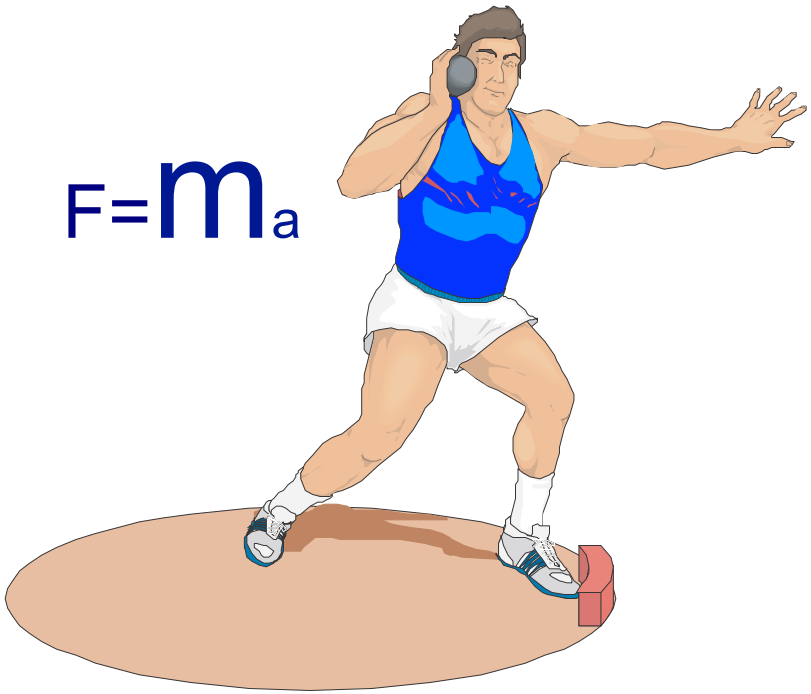


Force – Accélération

$$\sum F = ma$$

Force – Accélération

$F = ma$

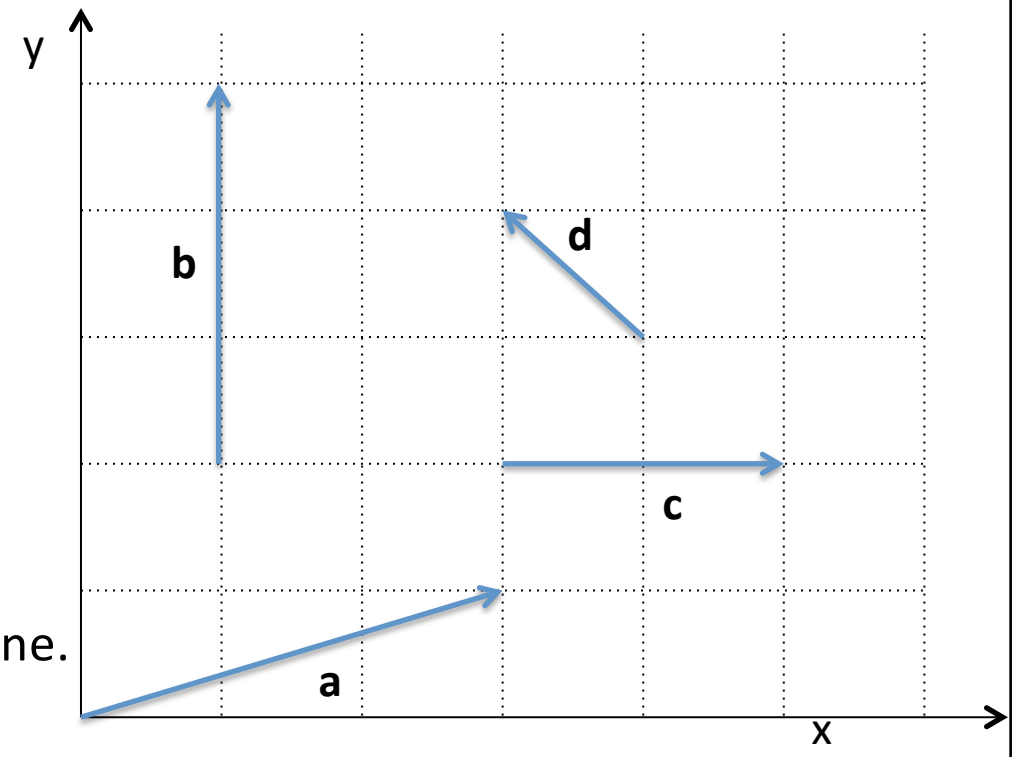


$F = ma$

LES VECTEURS

Les vecteurs

- Un nombre réel possède une valeur (norme), mais pas de direction.
  - Masse
  - Température
- Un vecteur possède une norme et une direction.
  - Déplacement
  - Force
  - Vitesse
- Forme cartésienne :
  - **v** = (x, y)
    où
    x = déplacement horizontal
    y = déplacement vertical
- Exemple : exprimez les vecteurs **a**, **b**, **c** et **d** en notation cartésienne.

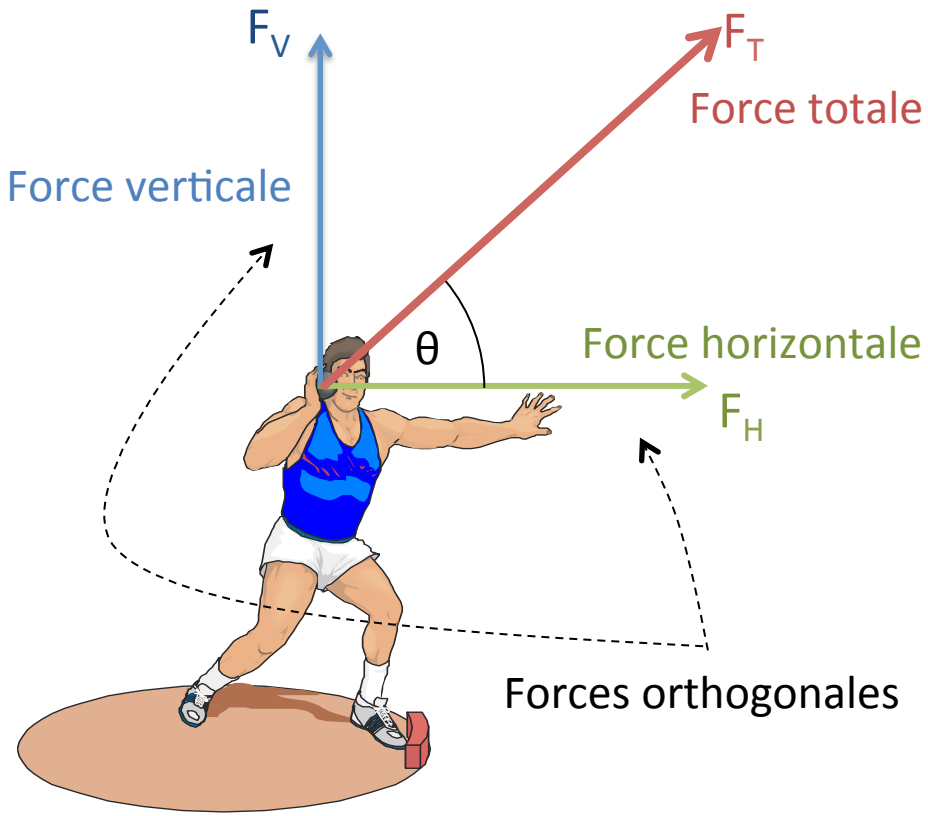


Les vecteurs

- Addition de vecteurs
  - Les composantes horizontales s'additionnent
  - Les composantes verticales s'additionnent
- Exemple
  - Mathilde court 1 km vers le nord, puis 2 km vers l'est, 3 km vers sud-est et 1 km vers le sud.
    - Quelle distance a-t-elle parcouru ?
    - Quel déplacement a-t-elle réalisé ?
    - À quelle distance se trouve-t-elle de son point de départ ?
    - À quel angle par rapport à la direction Est se trouve-t-elle de son point de départ ?

Les vecteurs

- Lorsqu'une force n'est pas directement appliquée dans l'un des trois axes fondamentaux (horizontal, vertical, transverse), on divise généralement la force en ses composantes orthogonales (à angle droit).



$F_H = F_T \cos(\theta)$
$F_V = F_T \sin(\theta)$

Exemple :
Un athlète lance un poids avec une force de 200 N orientée à 30 degrés du sol. Quelle est la force horizontale et la force verticale appliquée sur le poids ?

Le poids

- L'attraction terreste est égale pour tous les objets, peu importe leur masse, grandeur, densité, etc.
- Tous les objets sont attirés vers le sol à une accélération de **$g = 9.81\ m/s^2$**
- Concrètement, l'accélération gravitationnelle terrestre génère une force gravitationnelle de **F = mg**, toujours vers le bas.

$9.81\ m/s^2$

$9.81\ m/s^2$

$9.81\ m/s^2$

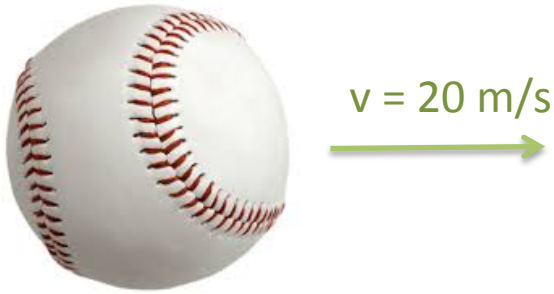
$9.81\ m/s^2$

$9.81\ m/s^2$

Le poids

- Indépendance des axes orthogonaux :
- Quelle balle va atteindre le sol en premier, si les deux quittent la main du lanceur en même temps ?

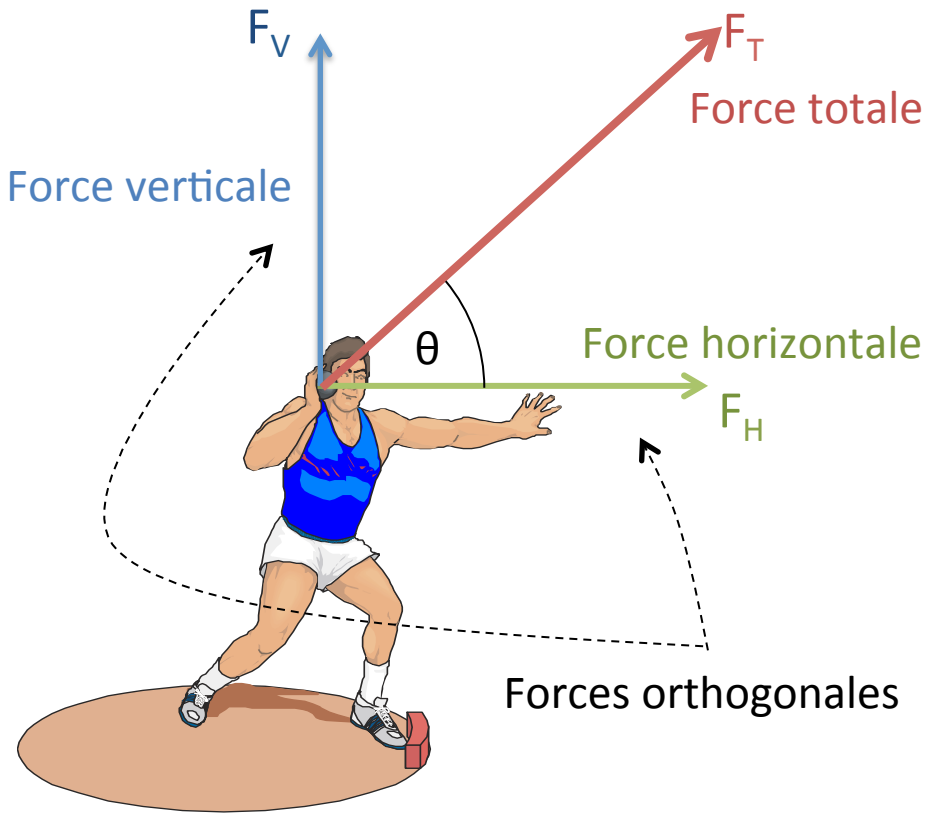
Balle lancée horizontalement à 20 m/s



Balle simplement lâchée

Le poids

- Lorsqu'une force n'est pas directement appliquée dans l'un des trois axes fondamentaux (horizontal, vertical, transverse), on divise généralement la force en ses composantes orthogonales (à angle droit).



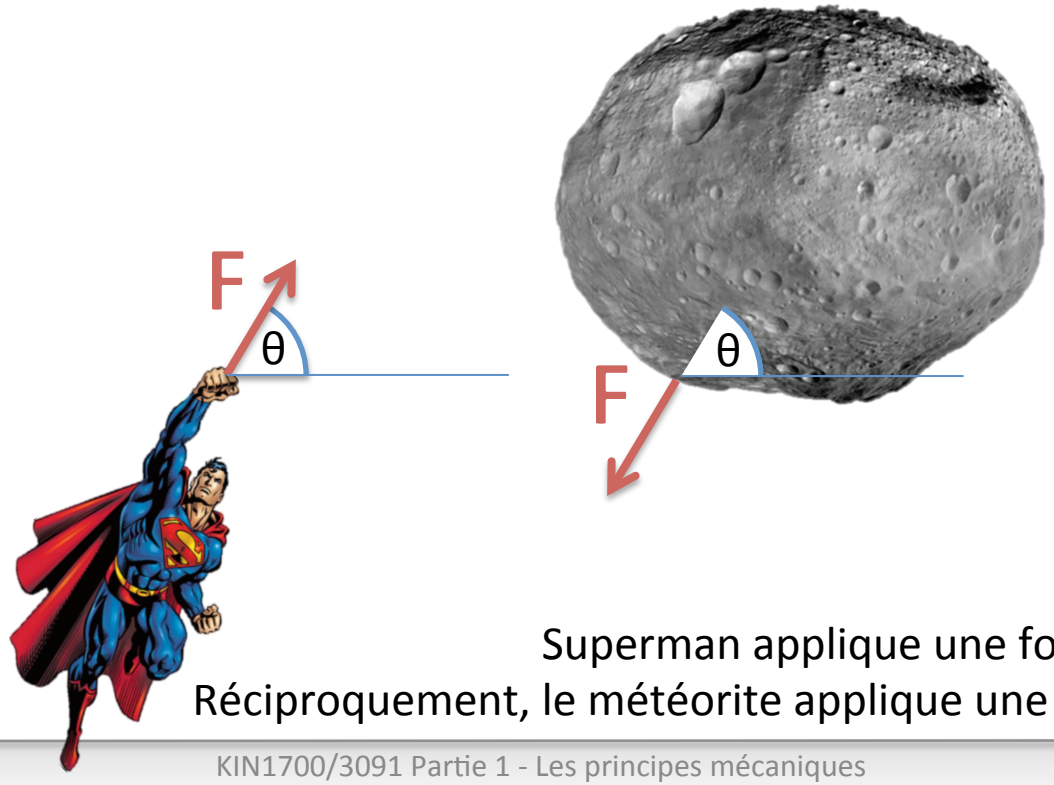
$$F_H = F_T \cos(\theta)$$
$$F_V = F_T \sin(\theta)$$

Exemple :
Un athlète lance un poids avec une force de 200 N orientée à 30 degrés du sol. Le poids pèse 7.26 kg. Quelle est l'accélération horizontale et verticale du poids ?

3ème loi : Action – Réaction

Action – Réaction

- 3ème loi de Newton : Action – Réaction
  - À toute action s'oppose une réaction inverse identique.
  - Ou encore, la force appliquée sur un corps et la force de réaction sont toujours égales en amplitudes et en direction.

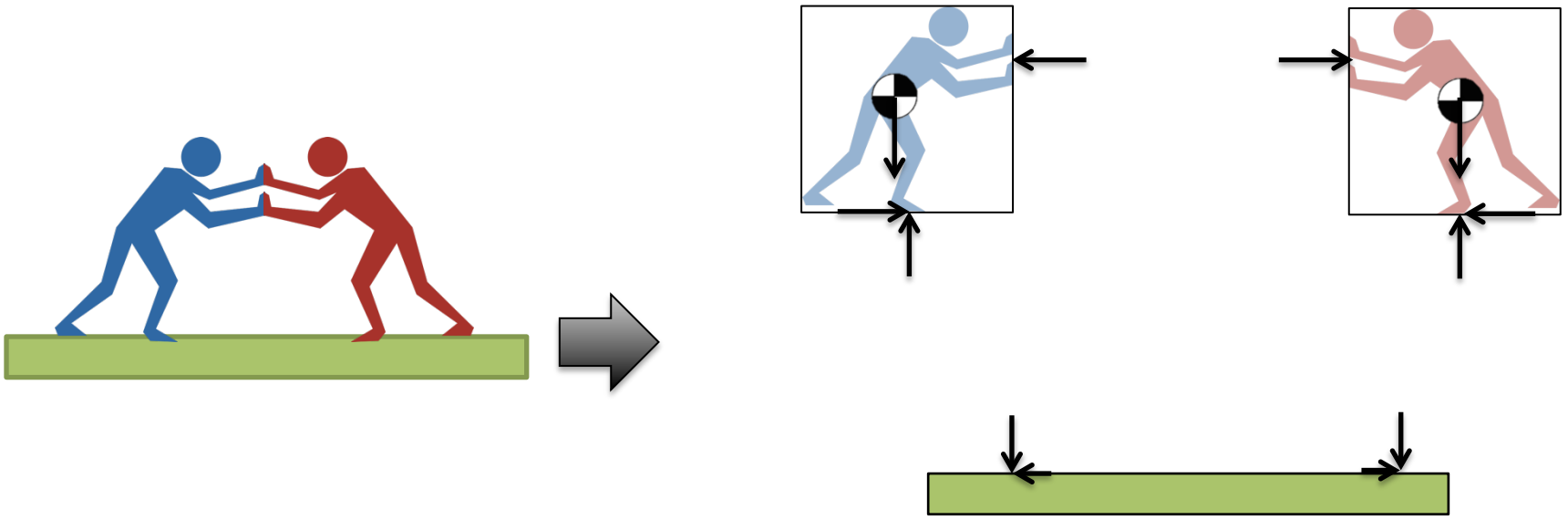


Superman applique une force F sur le météorite.
Réciproquement, le météorite applique une force F sur Superman.

Action – Réaction

Diagramme de corps libres

- Un diagramme de corps libre est une représentation simplifiée (mais exacte) d'une situation où plusieurs éléments (corps rigides) sont en interaction.
- Chaque corps rigide est isolé des autres (« corps libre »).
- On dessine des vecteurs (flèches) pour représenter les forces et les moments que le corps rigide **subit**.
- On utilise les équations de Newton sur chaque corps séparément.



Action – Réaction

- Exemple :
- Un sprinter pesant 70 kg est sur son bloc de départ, incliné à 45 degrés par rapport au sol. Au signal de départ, l'extension de sa jambe arrière crée une force de 2000 N sur le bloc de départ.
  - Quelle force horizontale applique-t-il sur le bloc de départ ?
  - Quelle force verticale applique-t-il sur le bloc de départ ?
  - Quelle est son accélération horizontale ?
  - Quelle est son accélération verticale ?

Les forces externes et les forces internes

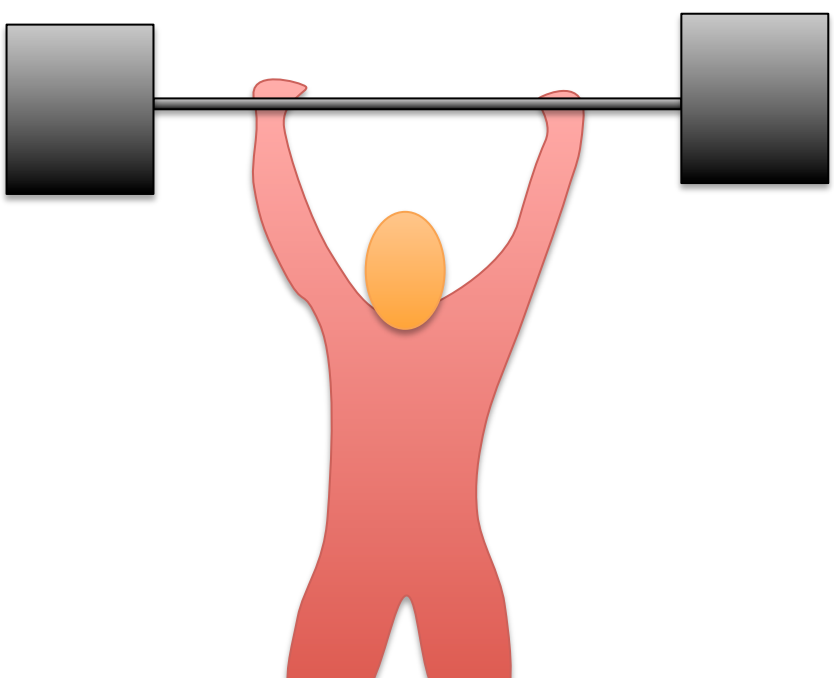
Forces externes, forces internes

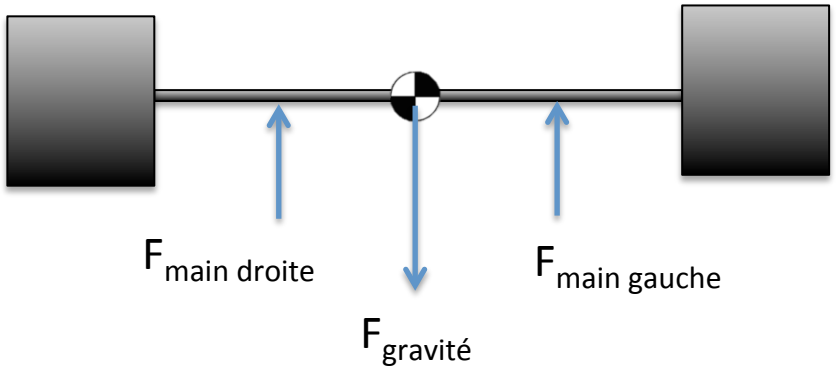
- Les forces externes sont des forces provenant de l'extérieur du corps, appliquées sur les différents segments du corps.
- Les forces internes sont les forces générées par les tissus musculaires, ligamentaires et tendineux pour contrer les forces externes et générer un mouvement.

LES FORCES EXTERNES

La gravité

- La gravité est une force externe appliquée sur tous les corps, dirigées toujours vers le bas.
- $\mathbf{F_{gravité} = mg}$ orientée vers le bas, où g = 9.81 m/s^2

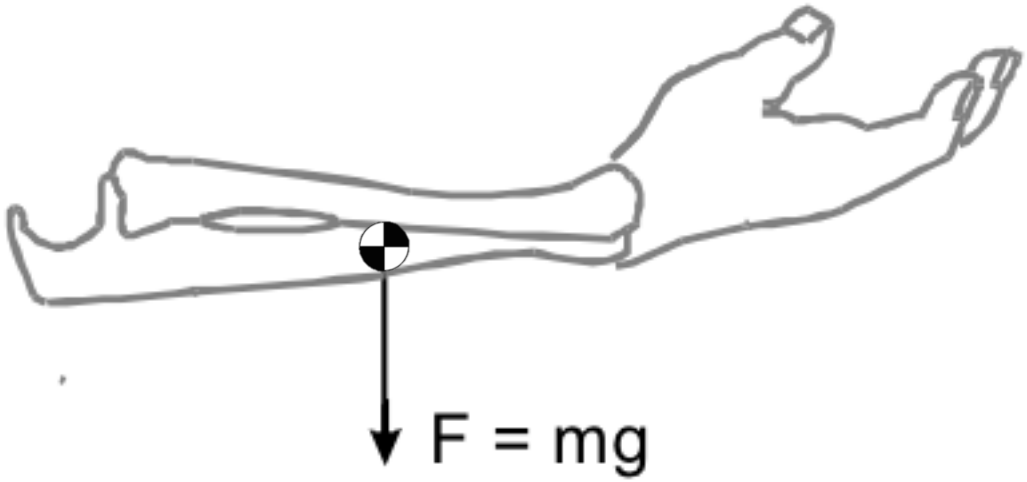




Exemple : Si l'haltère pèse 75 kg, quelle force doit être déployée par l'haltérophile pour retenir l'haltère dans cette position ?

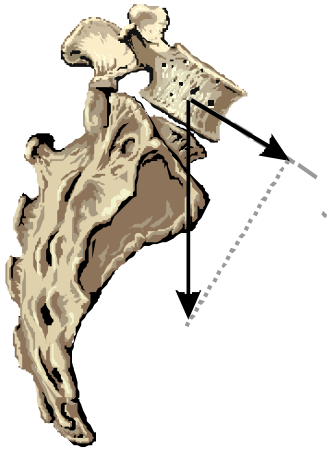
La gravité

- La gravité est une force externe appliquée sur tous les corps, dirigées toujours vers le bas.
- $\mathbf{F_{gravité} = mg}$ orientée vers le bas.

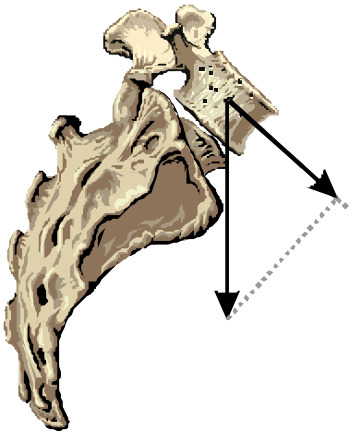


La gravité

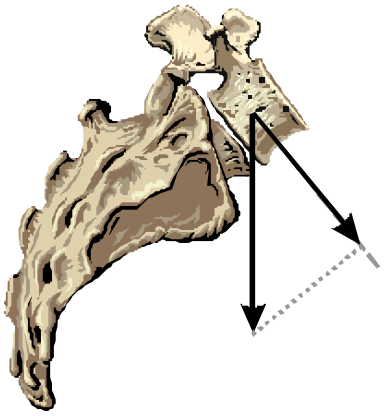
Bassin normal



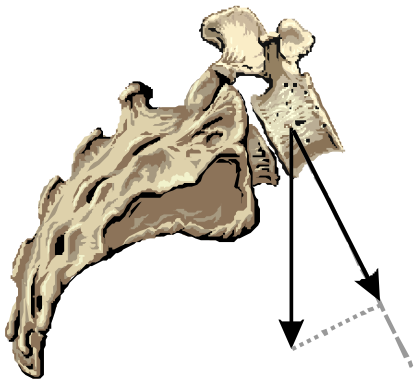
Bassin normal



Bassin antéversé



Bassin très antéversé

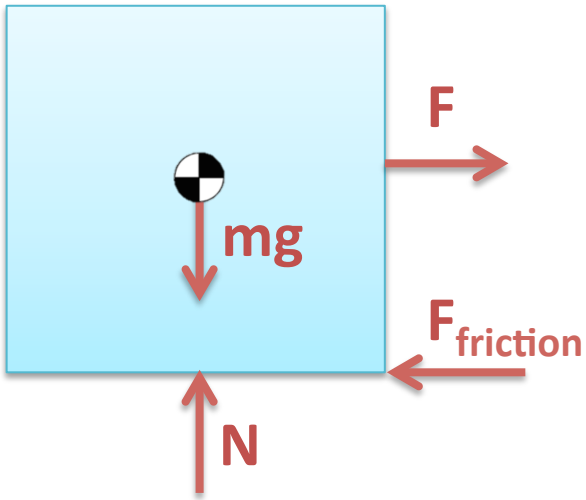


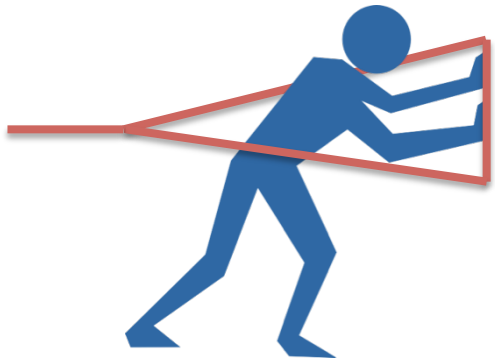
Les forces de réaction

La friction et la résistance de roulement

- Toujours parallèle à la surface de contact
- S'oppose toujours au déplacement
- Proportionnelle à :
  - Force normale au sol N
    (Force de réaction perpendiculaire à la surface de contact)
  - Coefficient de friction μ
    (Rugosité du sol : μ élevé = rugeux, μ faible = lisse)

$$F_{friction} = \mu N$$



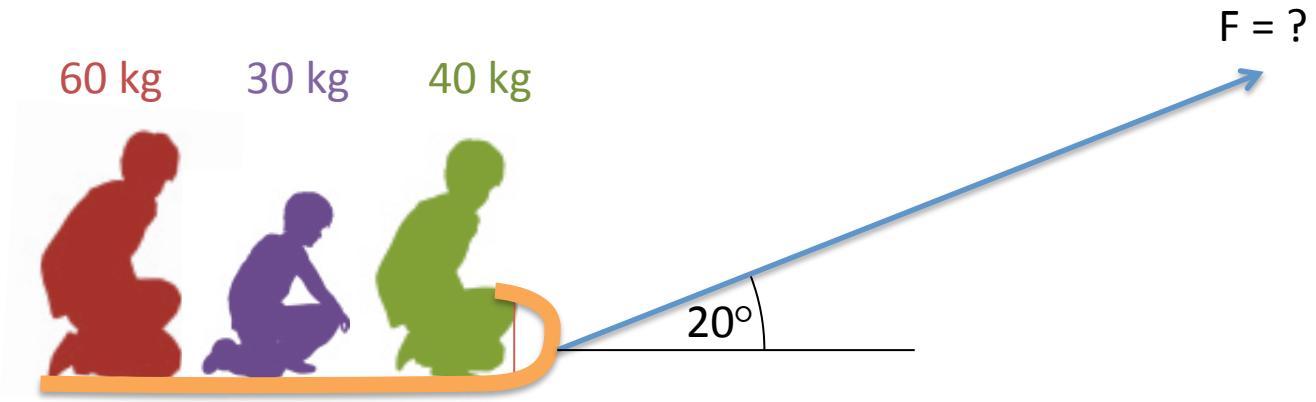


Exemple : Quelle est la force de friction $F_{friction}$ si ce bloc pèse 50 kg et le coefficient de friction est de μ = 0.1 ?

La friction et la résistance de roulement

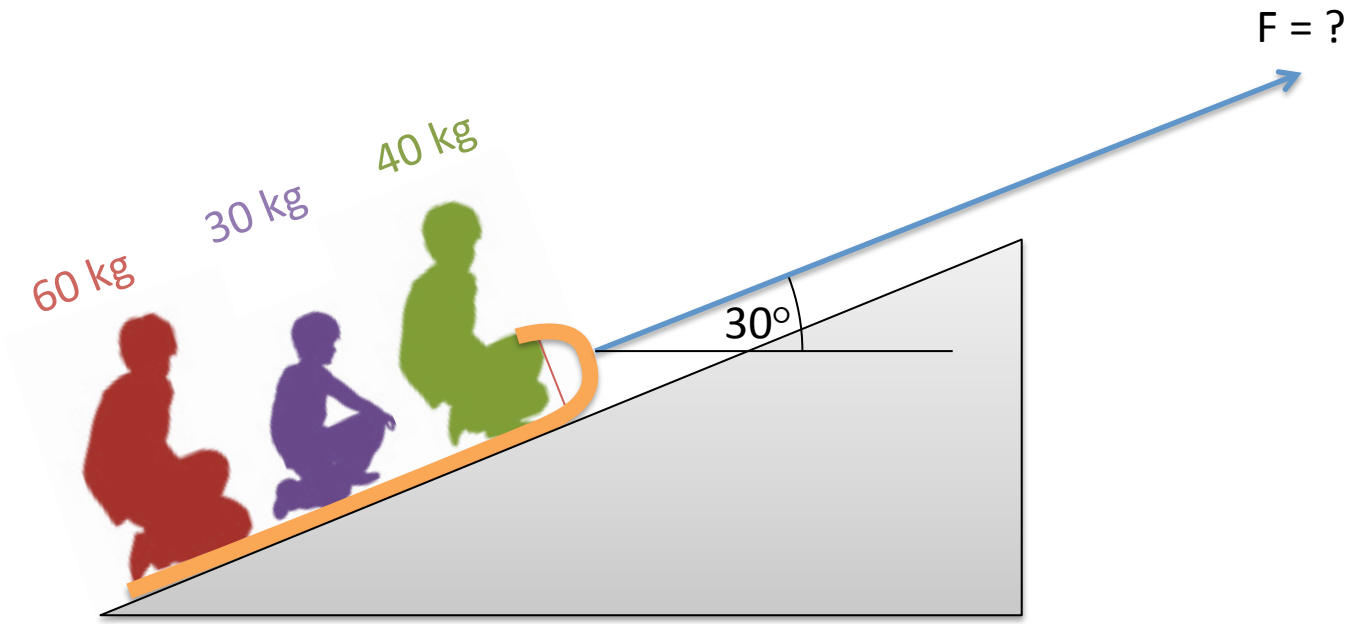
Matériau	Coefficient de friction statique μ_s	Coefficient de friction dynamique μ_d
Fer sur fer	0.74	0.57
Aluminium sur fer	0.61	0.47
Cuivre sur fer	0.53	0.36
Caoutchouc sur ciment	1.00	0.80
Bois sur bois	0.25 – 0.50	0.20
Verre sur verre	0.94	0.40
Bois ciré sur neige mouillée	0.14	0.10
Bois ciré sur neige sèche	-	0.04
Métal sur métal (lubrifié)	0.15	0.06
Glace sur glace	0.10	0.03
Teflon sur teflon	0.04	0.04
Articulation synoviale humaine	0.01	0.003

La friction et la résistance de roulement



Calculez la force nécessaire pour déplacer le traîneau sachant qu'il se déplace sur de la neige mouillée.

La friction et la résistance de roulement



Calculez la force nécessaire pour déplacer le traîneau sachant qu'il se déplace sur de la neige sèche.

La résistance d'un fluide

- La résistance d'un fluide (dont l'air) est due à l'interaction du corps avec ce fluide.
- Autres mots : trainée, drag.
- Cette force est déterminée par cette équation :

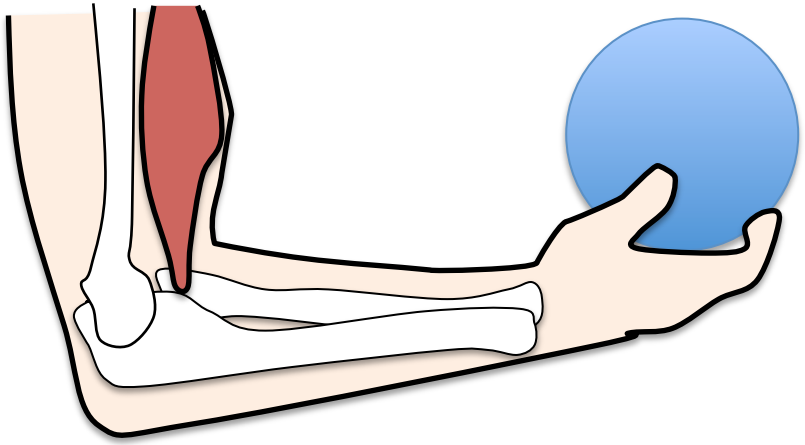
$$F_d = \frac{1}{2} C_d \rho A v^2$$

où
F_d = Force de trainée
C_d = Coefficient de trainée obtenu à l'aide d'une table ou en tunnel de mesure aérodynamique
ρ = Densité du fluide
A = Aire frontale totale du corps
v = Vitesse du corps par rapport au fluide

LES FORCES INTERNES

Forces internes

- Les forces internes sont les forces musculaires, ligamentaires, tendineuses, articulaires et les forces dans les fascias.
- Lorsqu'il n'y a pas de mouvement, la somme des forces internes est égale à la somme des forces externes.

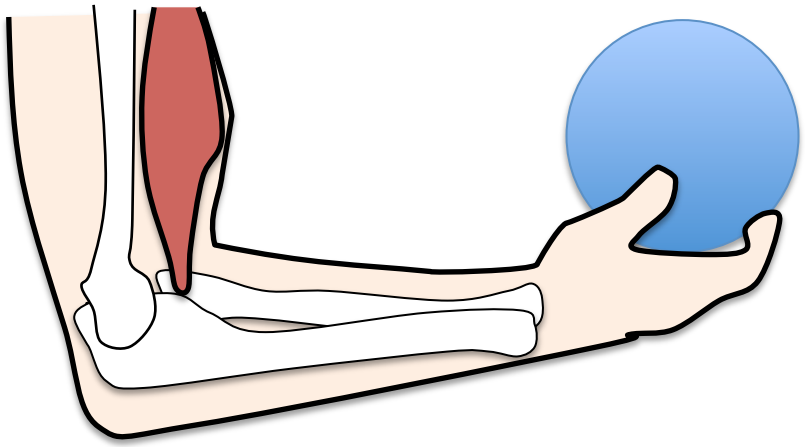


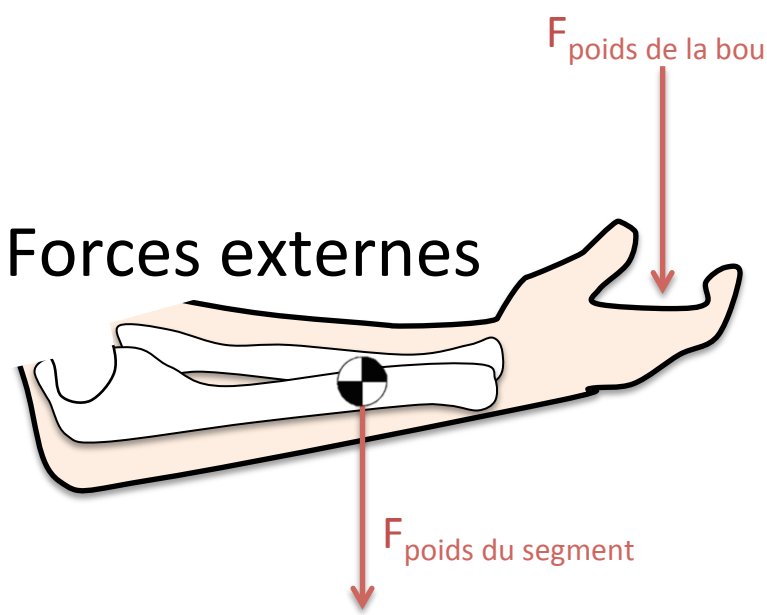
Exemple :
Nous sommes intéressés aux forces agissant sur le segment avant-bras + main.

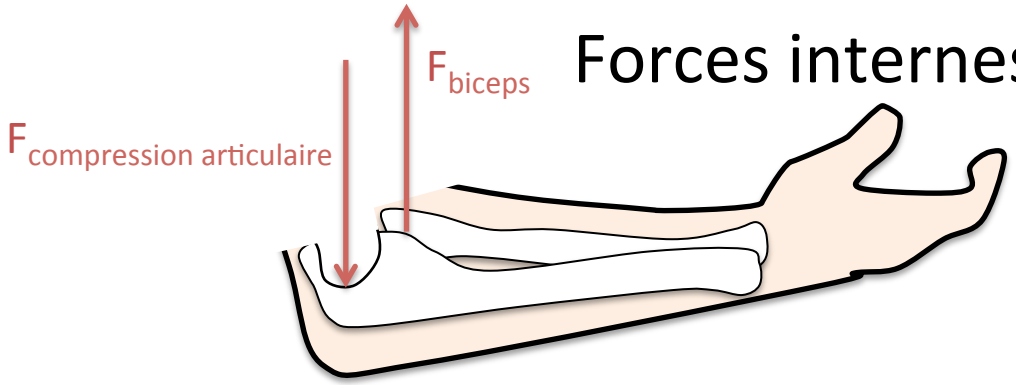
Quelles sont les forces externes agissant sur ce segment ?

Quelles sont les forces internes agissant sur ce segment ?

Forces internes







Forces internes

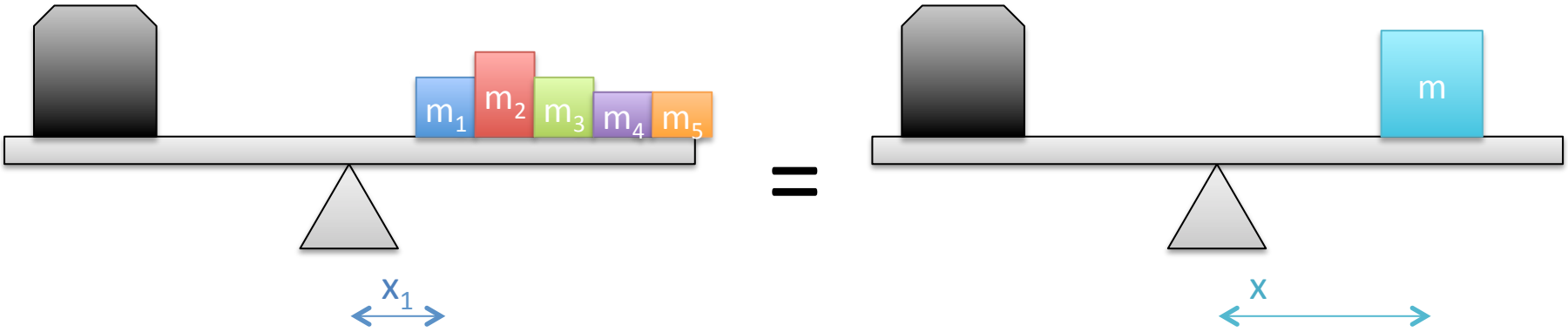
- Les forces internes se divisent en :
  - Forces actives
    - Ce sont les forces générées par les éléments musculaires contractiles (interaction actine-myosine)
  - Forces passives
    - Ce sont les forces générées par :
      - Les éléments musculaires passifs :
        - Éléments en série : tendons
        - Éléments en parallèle : fascias
      - Les articulations

Centre de masse et équilibre

CENTRE DE MASSE

Le centre de masse

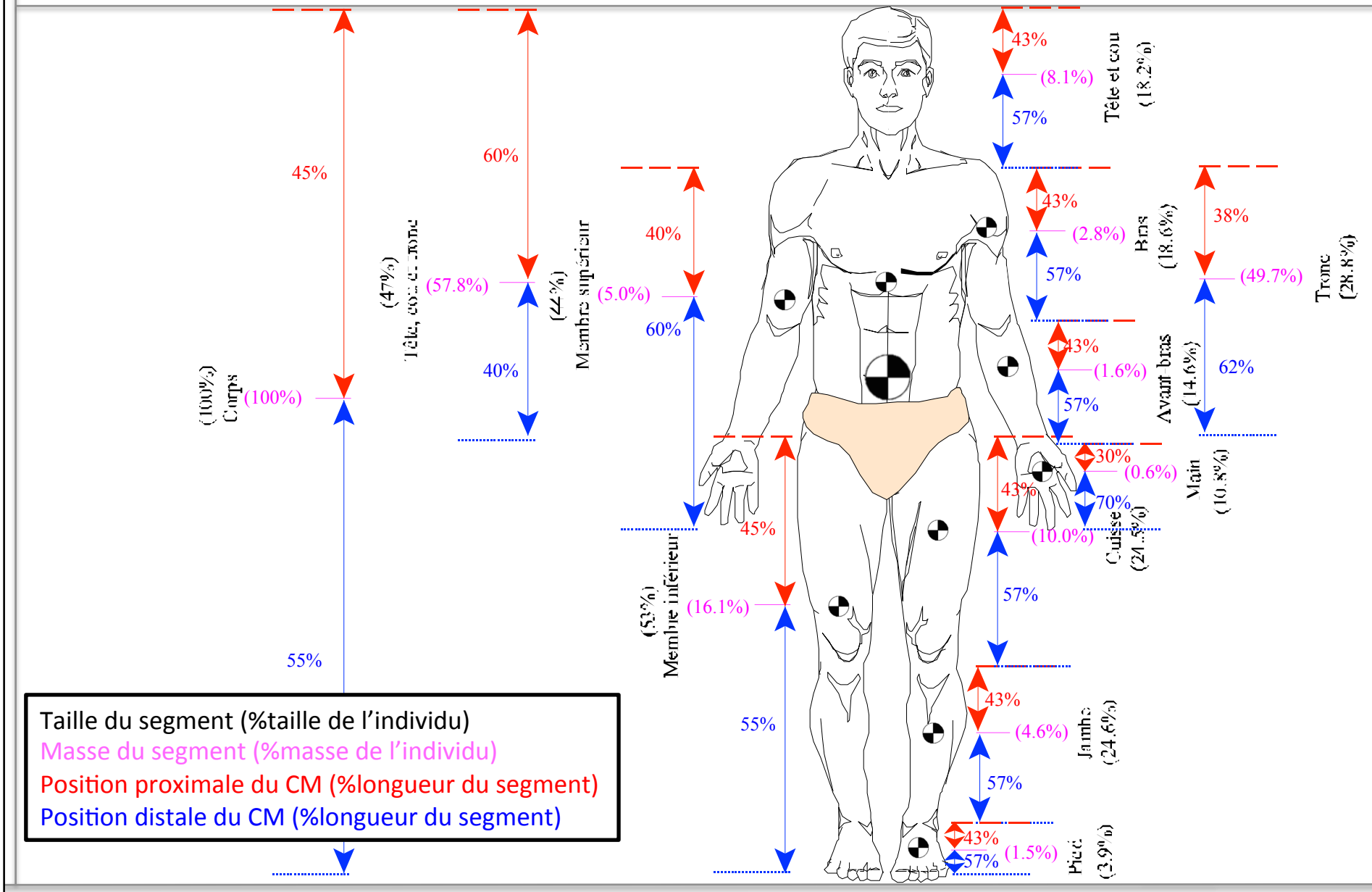
- Le centre de masse est un point fixe qui représente la distribution des éléments d'un corps ou d'un segment.



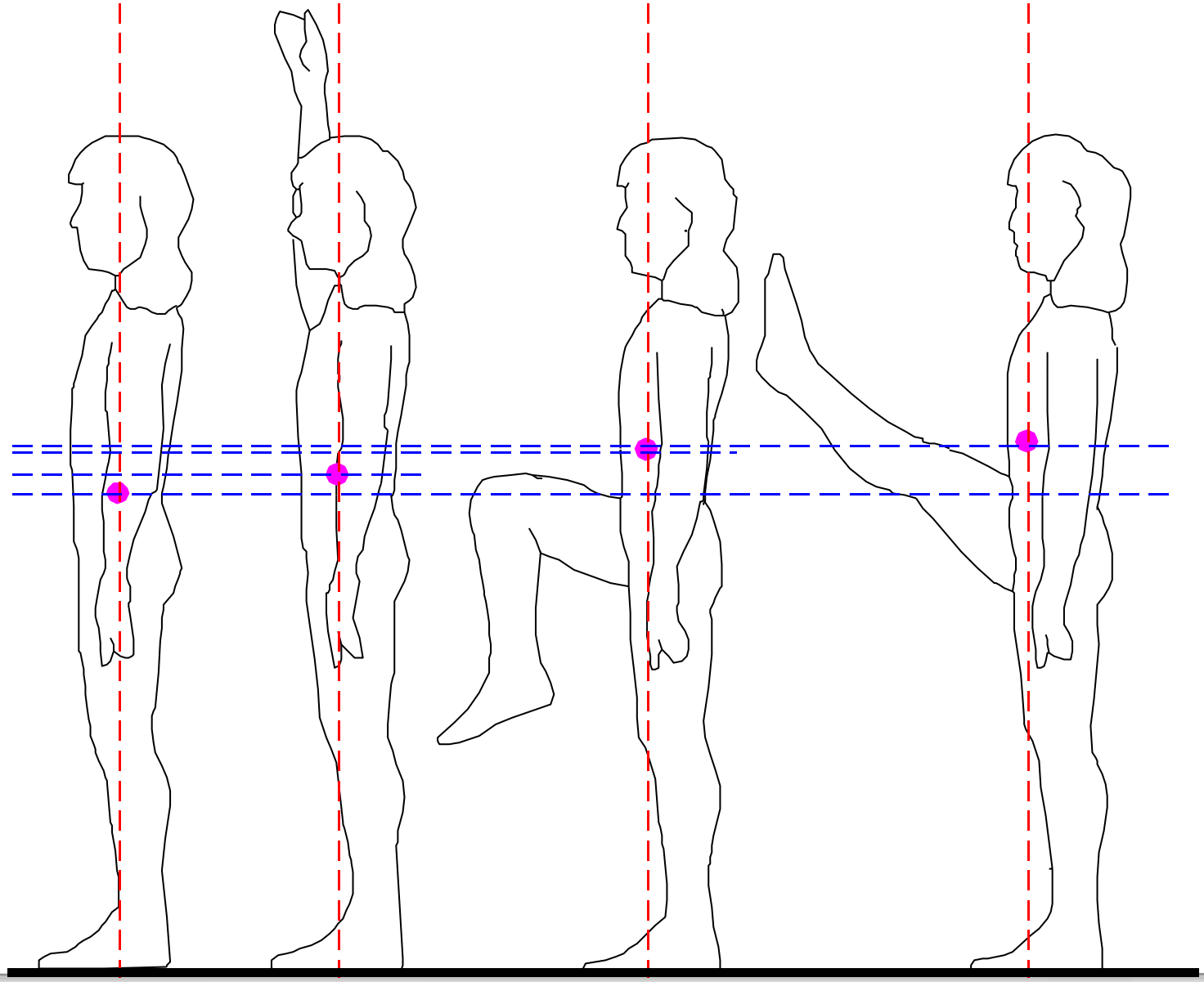
$$m = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5$$

$$x = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3 + m_4x_4 + m_5x_5}{m}$$

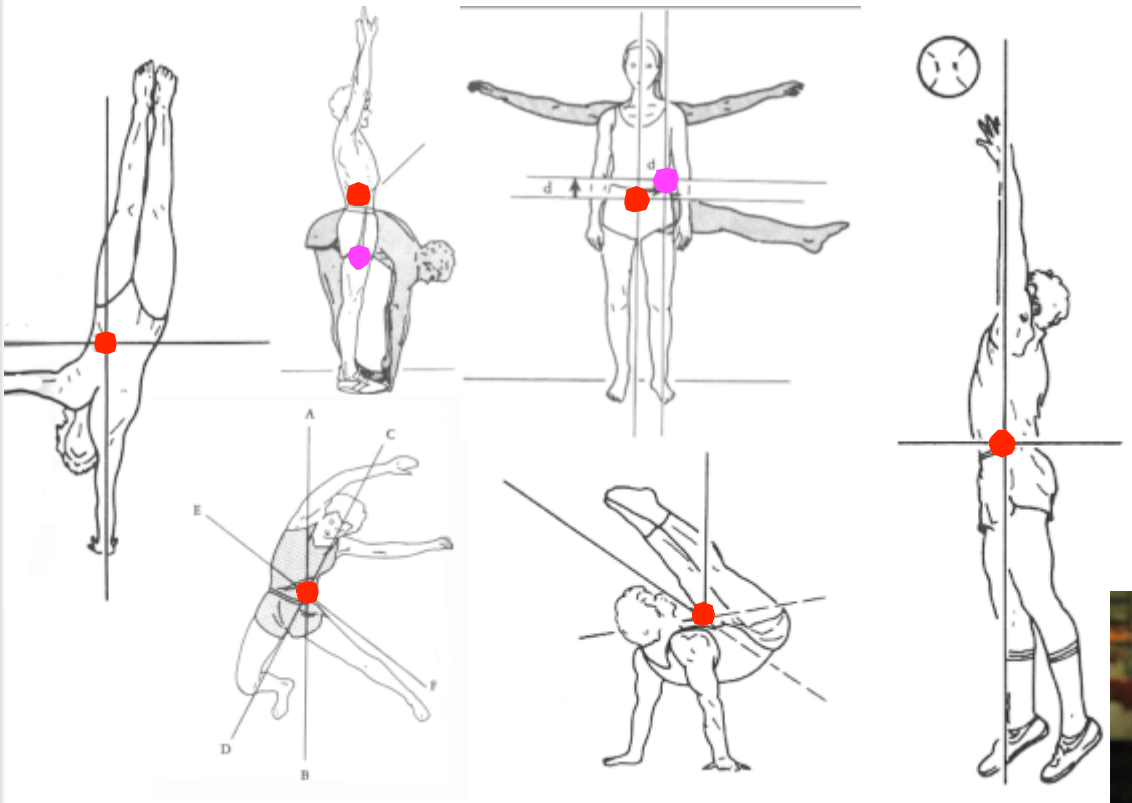
Le centre de masse des segments du corps

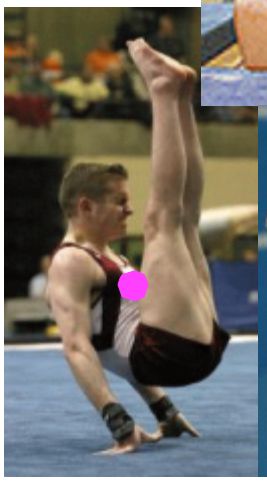


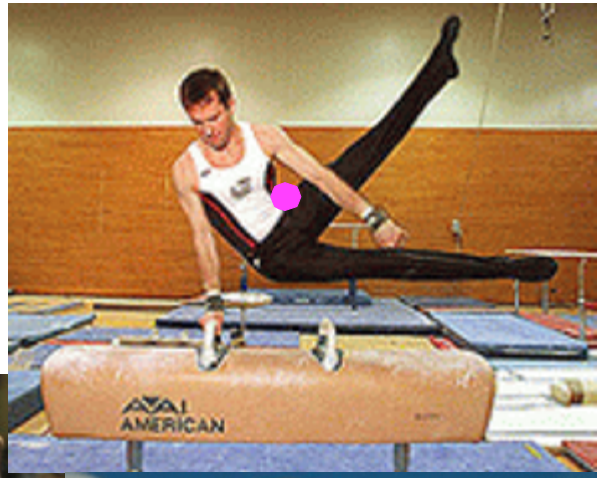
Le centre de masse



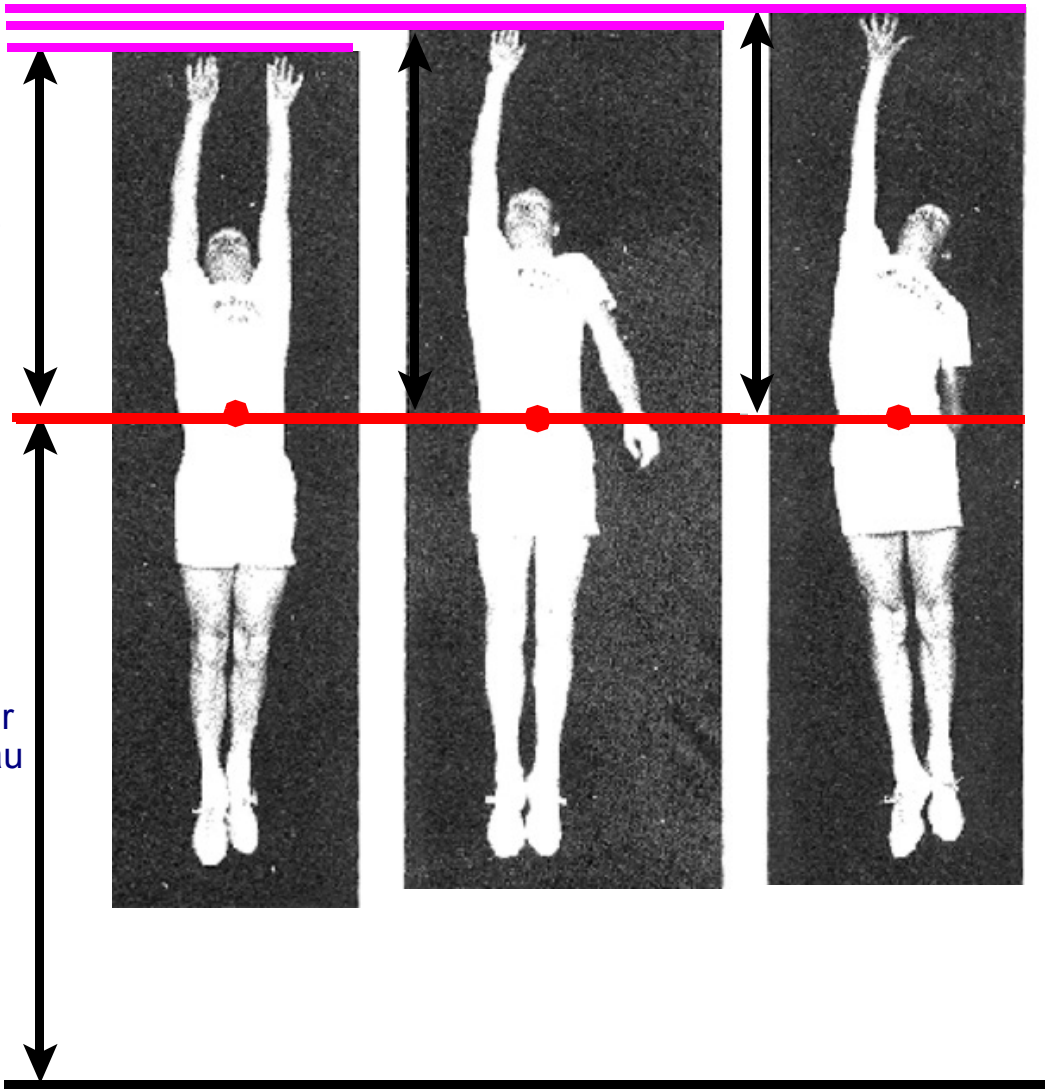
Le centre de masse





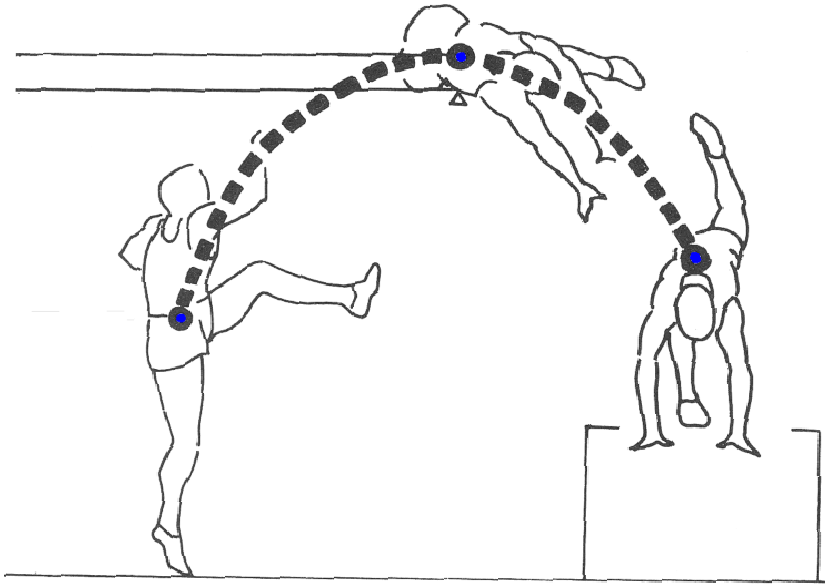


Le centre de masse



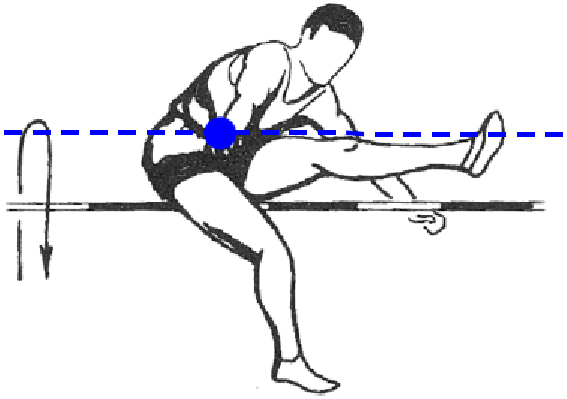
Trajectoire du centre de masse

- Lorsque le corps est dans les airs**, la trajectoire de son centre de masse correspond toujours à une parabole**.
  - La vitesse horizontale est constante ;
  - L'accélération gravitationnelle est constante → on accélère toujours vers le bas.
- Pour une même impulsion de départ, on peut passer par-dessus une barre plus haute **en bougeant notre corps par rapport à notre centre de masse**.

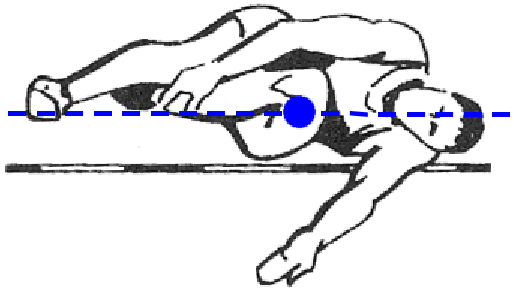


Différentes techniques de saut en hauteur

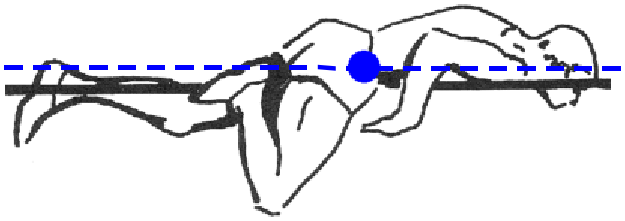
ciseaux



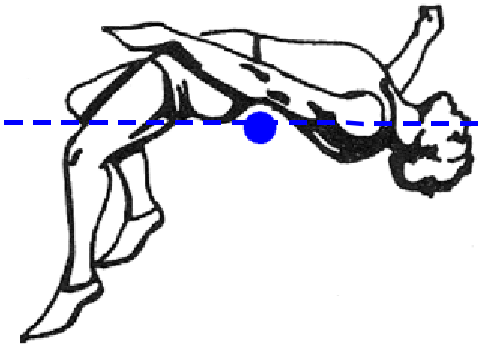
Rouleau costal



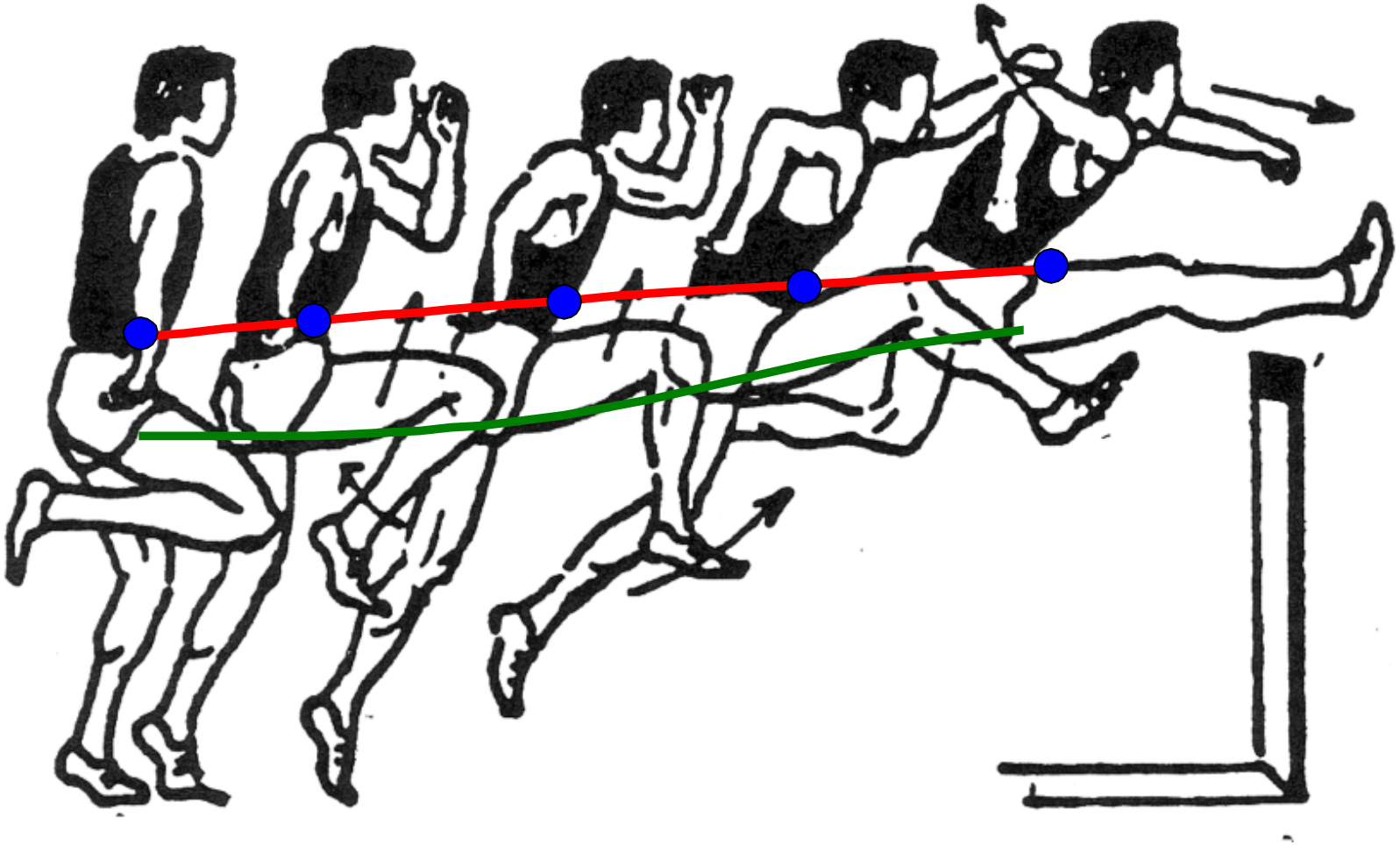
Rouleau ventral



Fosbury



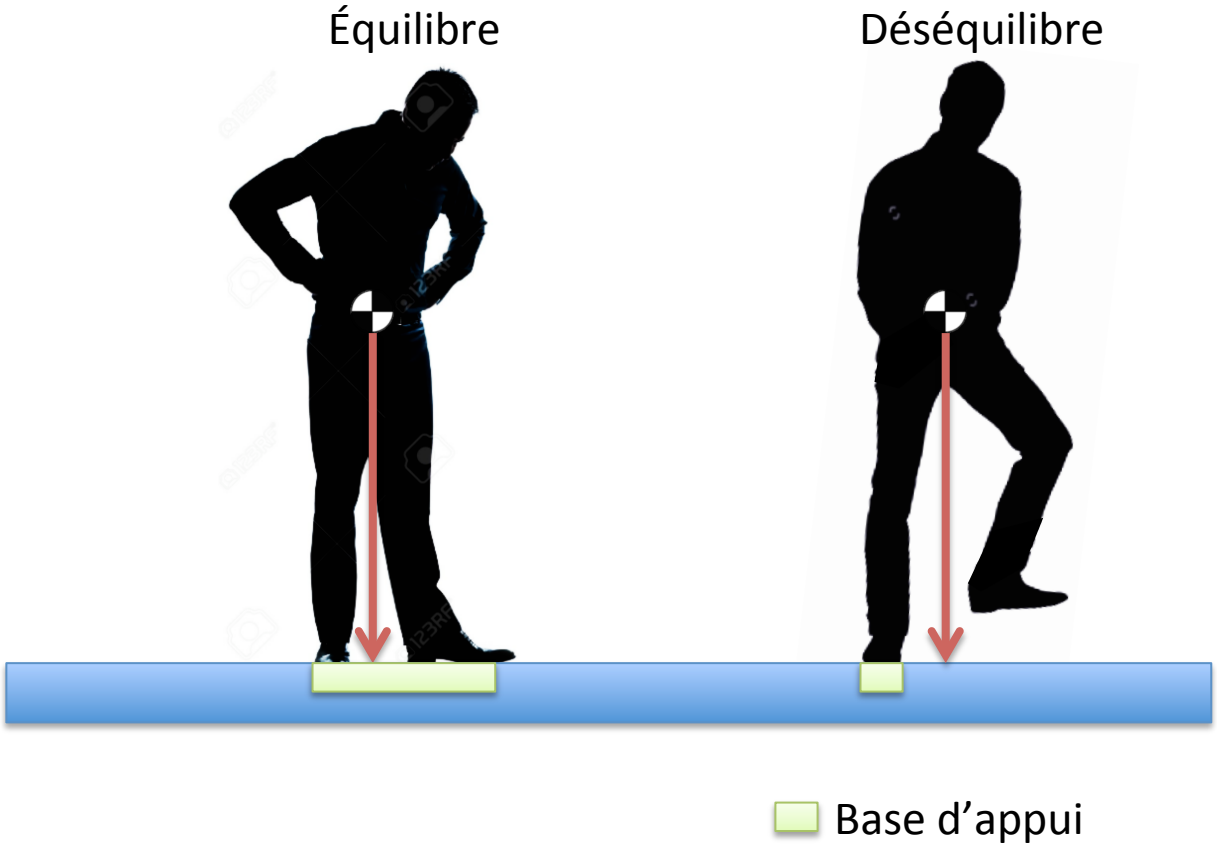
Centre de masse du coureur de haies



L'ÉQUILIBRE STATIQUE

Équilibre statique

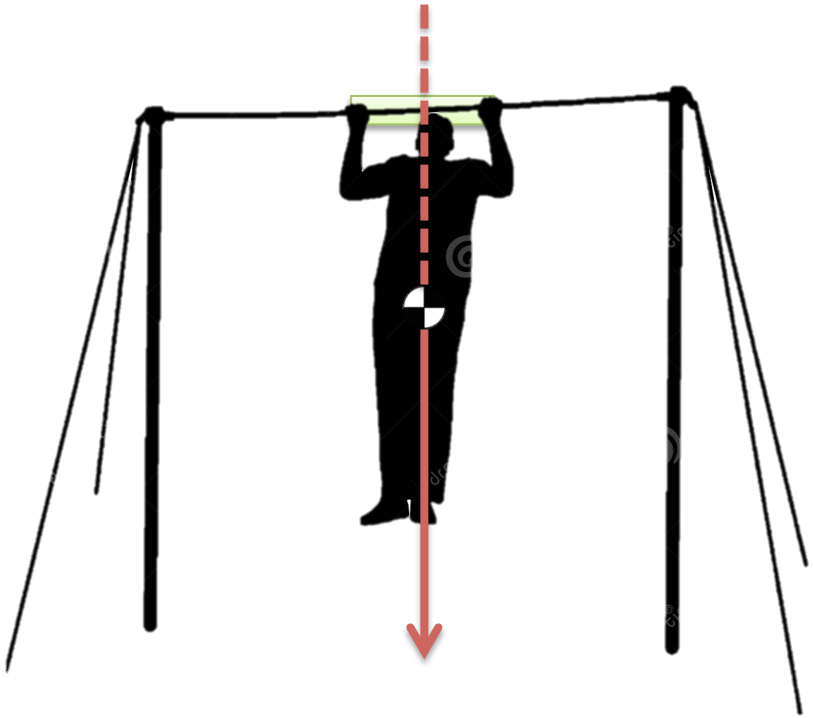
- L'équilibre postural est assuré en autant qu'une ligne verticale reliant le centre de masse et le sol demeure à l'intérieur de la base d'appui (sustentation).



Équilibre statique

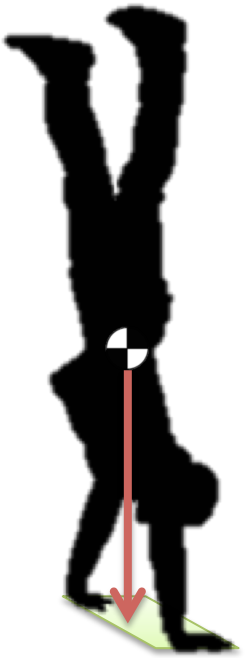
Équilibre statique stable

Suite à une perturbation, le corps revient à une position d'équilibre.



Équilibre statique instable

Suite à une perturbation, le corps quitte la zone d'équilibre.

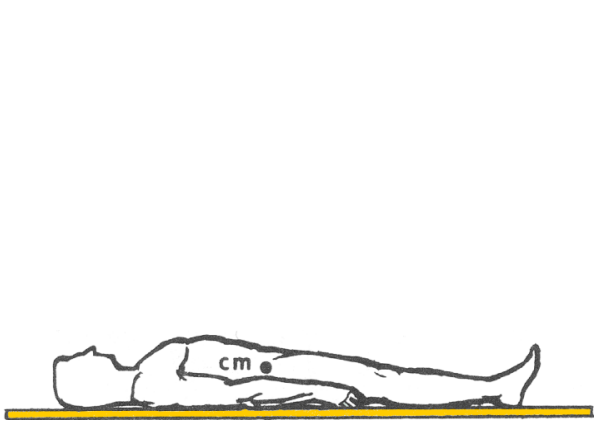


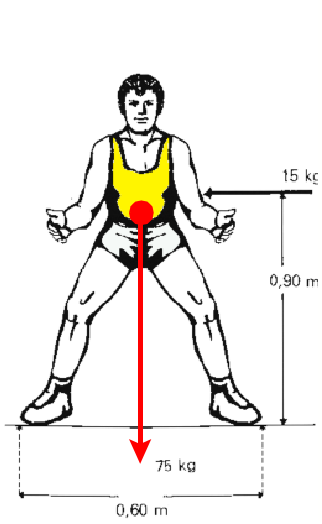
En position debout, nous sommes toujours en équilibre instable.
En espaçant nos pieds, on augmente notre base d'appui et on devient plus stable.

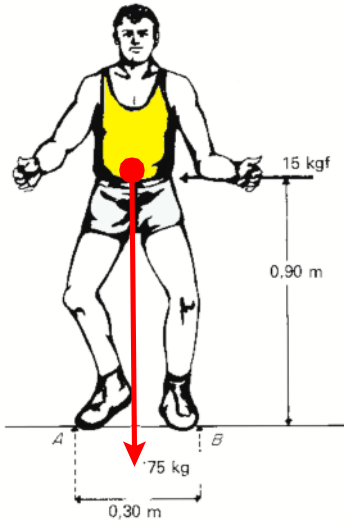
Équilibre statique

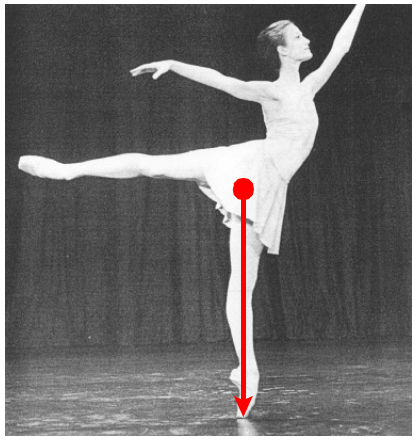
Équilibre statique stable

Équilibre statique instable





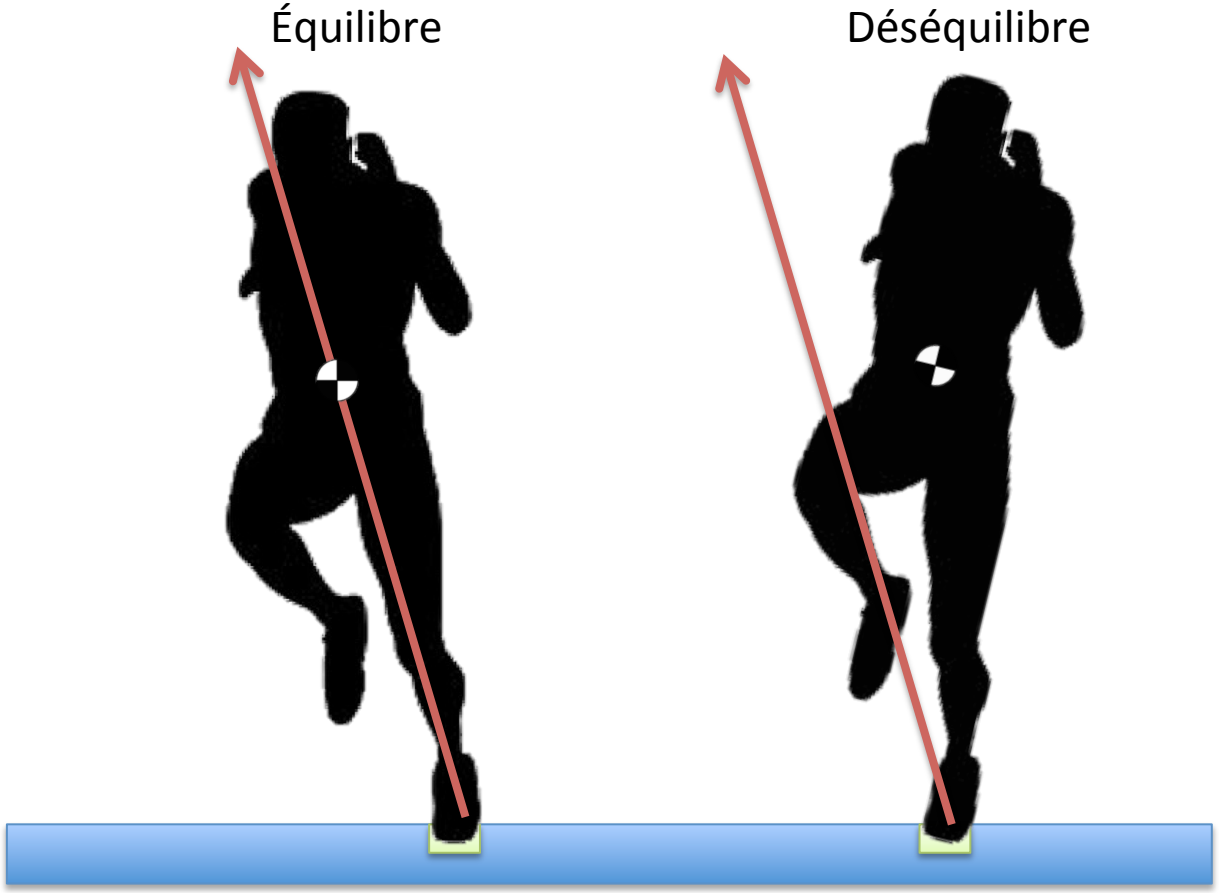




ÉQUILIBRE DYNAMIQUE

Équilibre dynamique

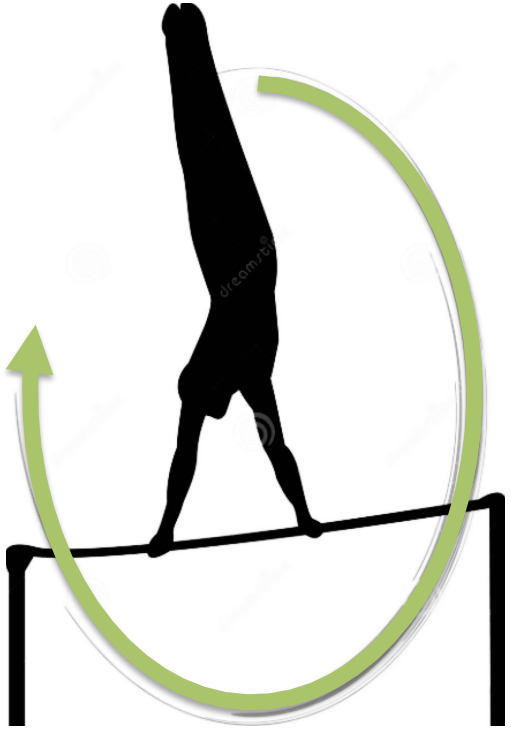
- L'équilibre dynamique est assuré en autant que la force de réaction passe par le centre de masse.



Équilibre dynamique

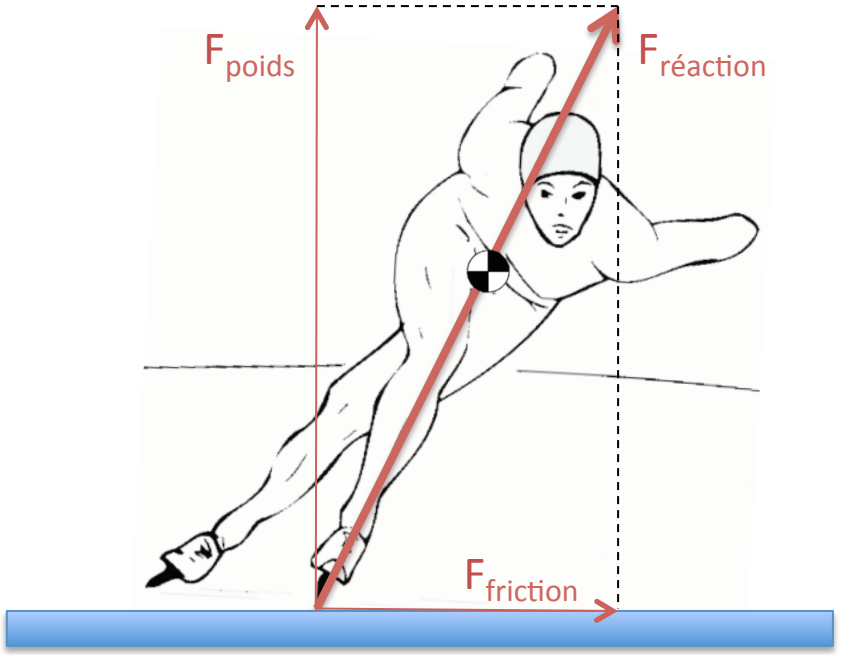
Équilibre dynamique stable

Le corps tend à revenir à une position d'équilibre.



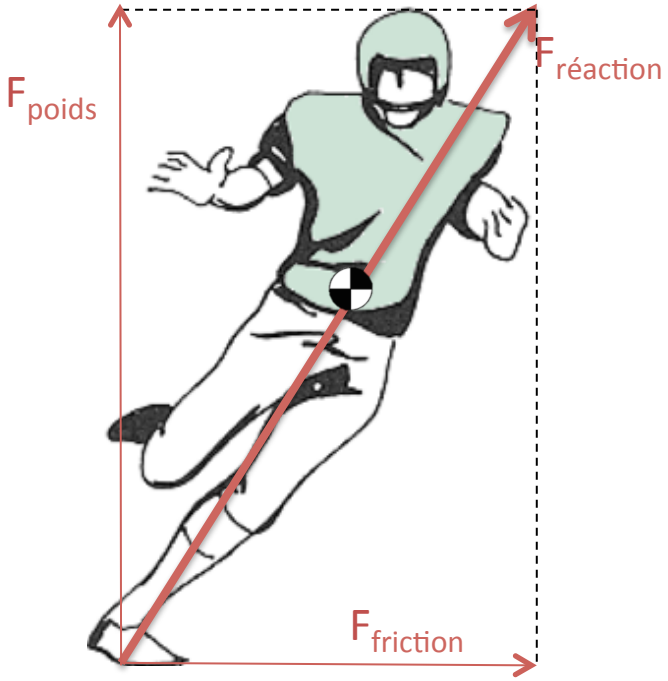
Équilibre dynamique instable

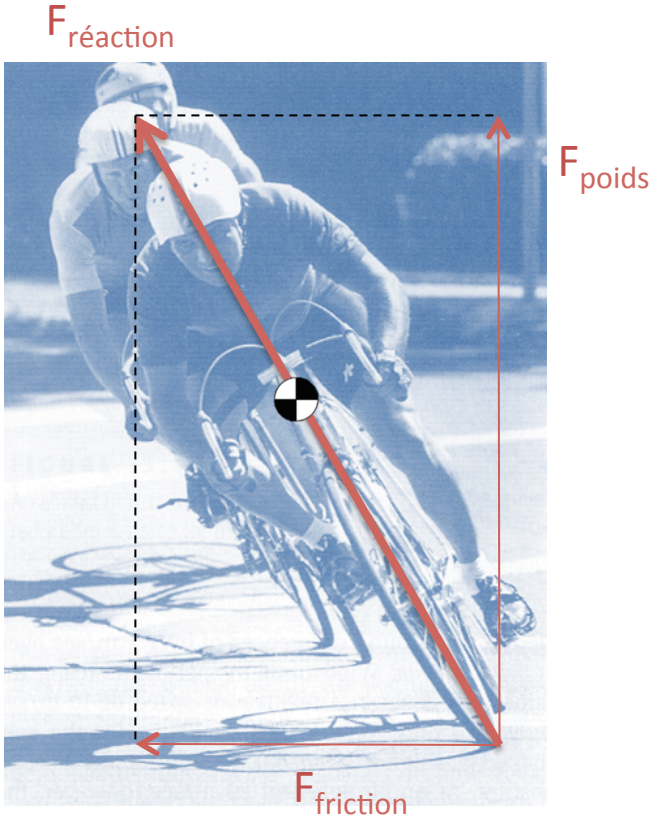
Le corps tend à quitter la zone d'équilibre.



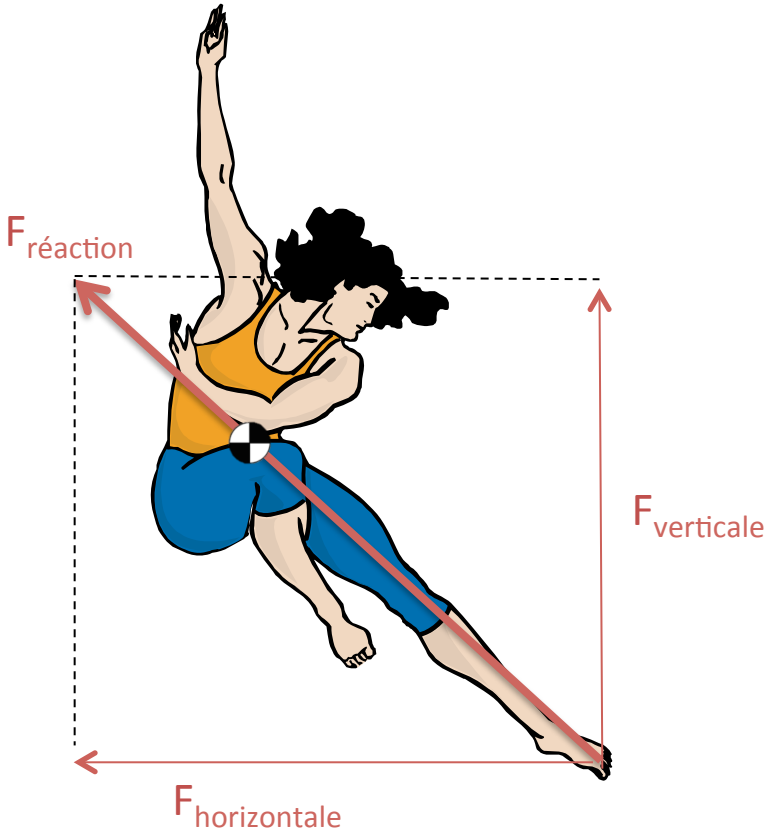
En position debout, nous sommes toujours en équilibre instable.
En espaçant nos pieds, on augmente notre base d'appui et on devient plus stable.

Équilibre dynamique





Équilibre dynamique



Moment de force et leviers

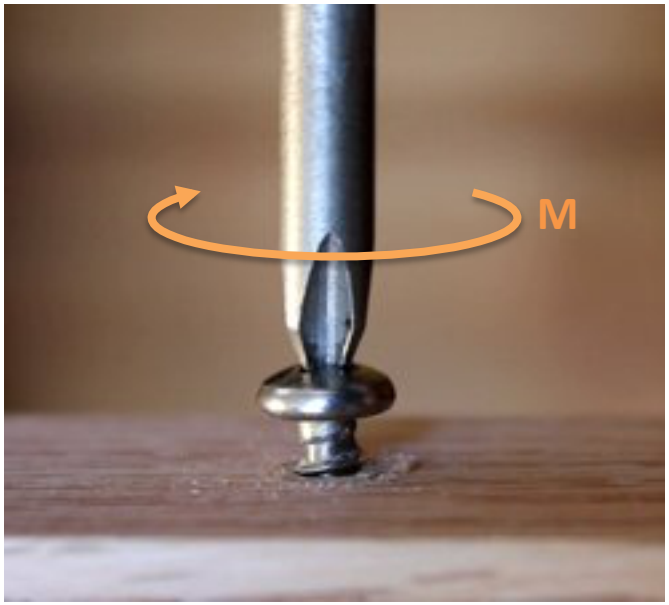
UQÀM | Département des sciences de l'activité physique

MOMENT DE FORCE

Moment de force

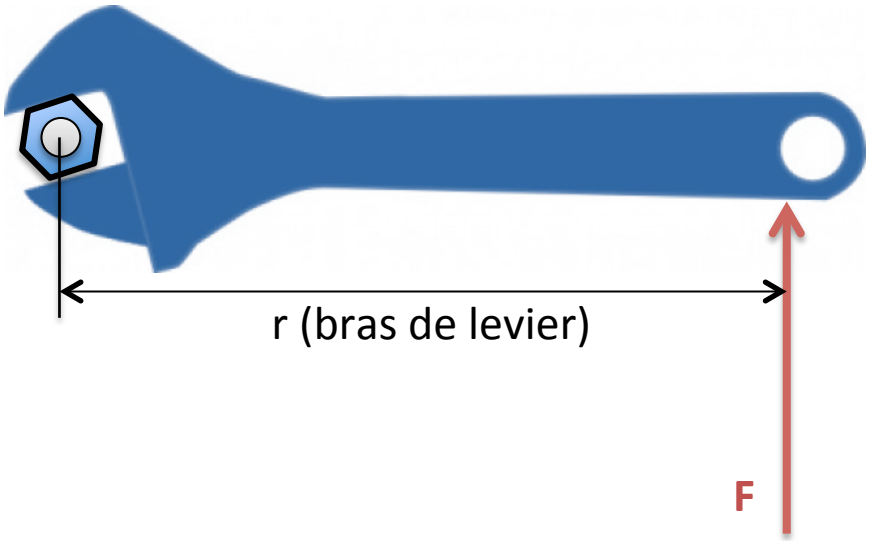
- Une **force F** est une action motrice qui produit un **déplacement linéaire**
- L'unité d'une force est le newton (N)

- Un **moment de force M** (couple, *torque*) est une action motrice qui produit un **déplacement angulaire**
- L'unité d'un moment est le newton-mètre (Nm)



Moment de force

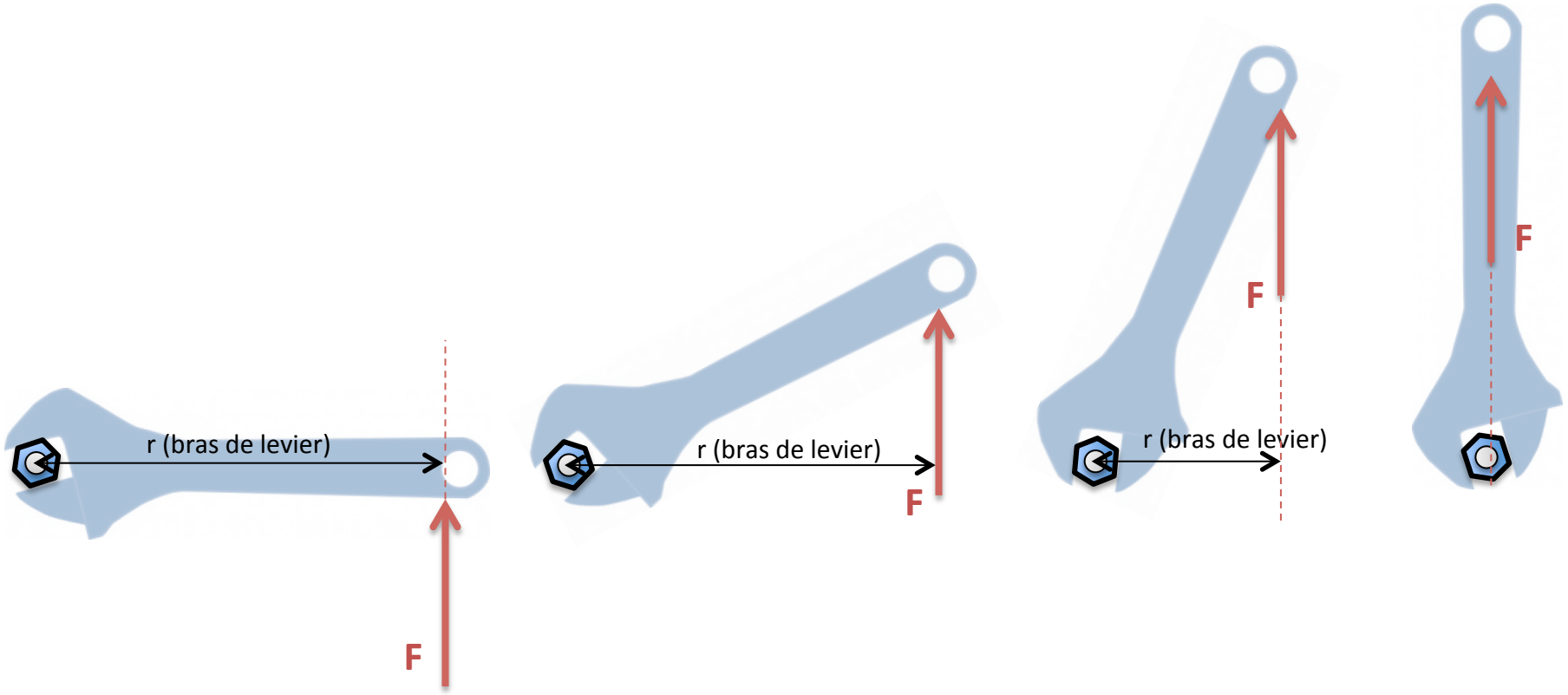
- L'application d'une **force** autour d'un axe crée un **moment** autour de cet axe.



$$M = F\ r$$

Moment de force et bras de levier

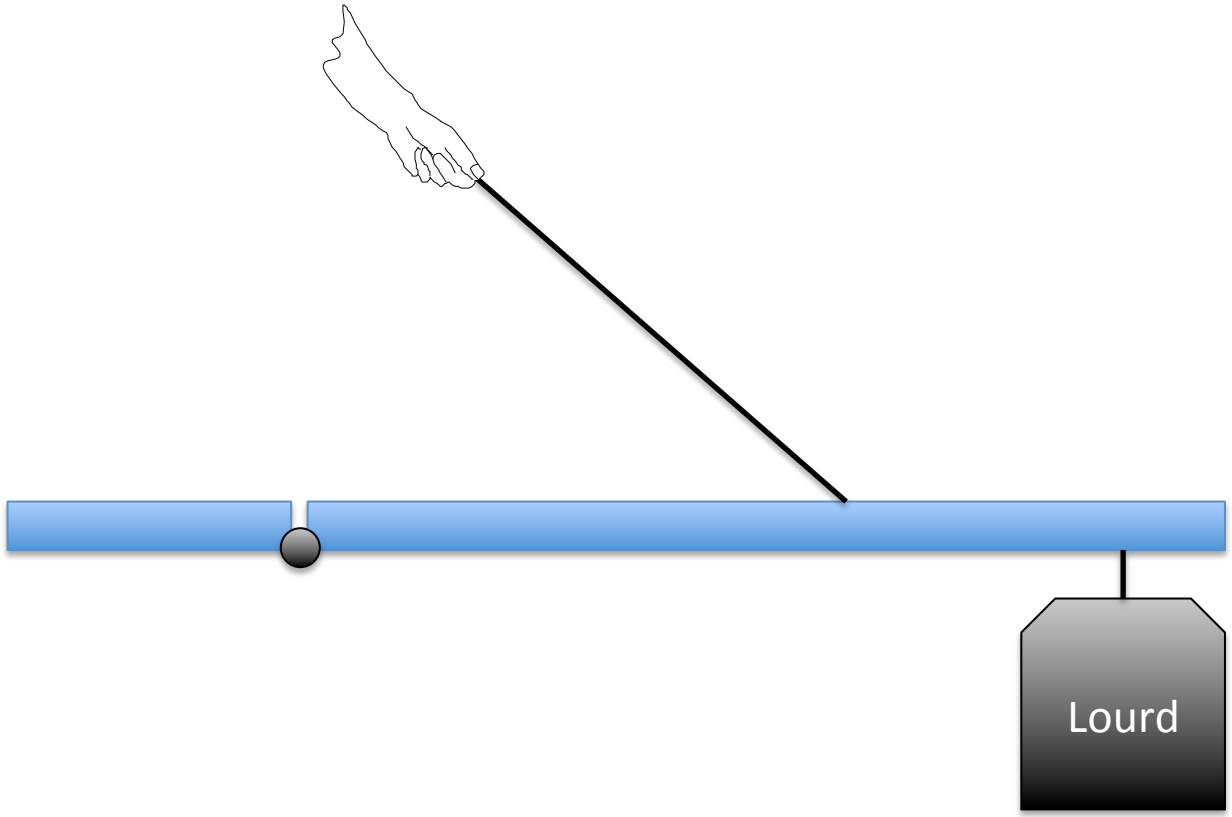
- Le bras de levier est toujours perpendiculaire à la force



$M = F\,r$ $M = F\,r$ $M = F\,r$ $M = 0$

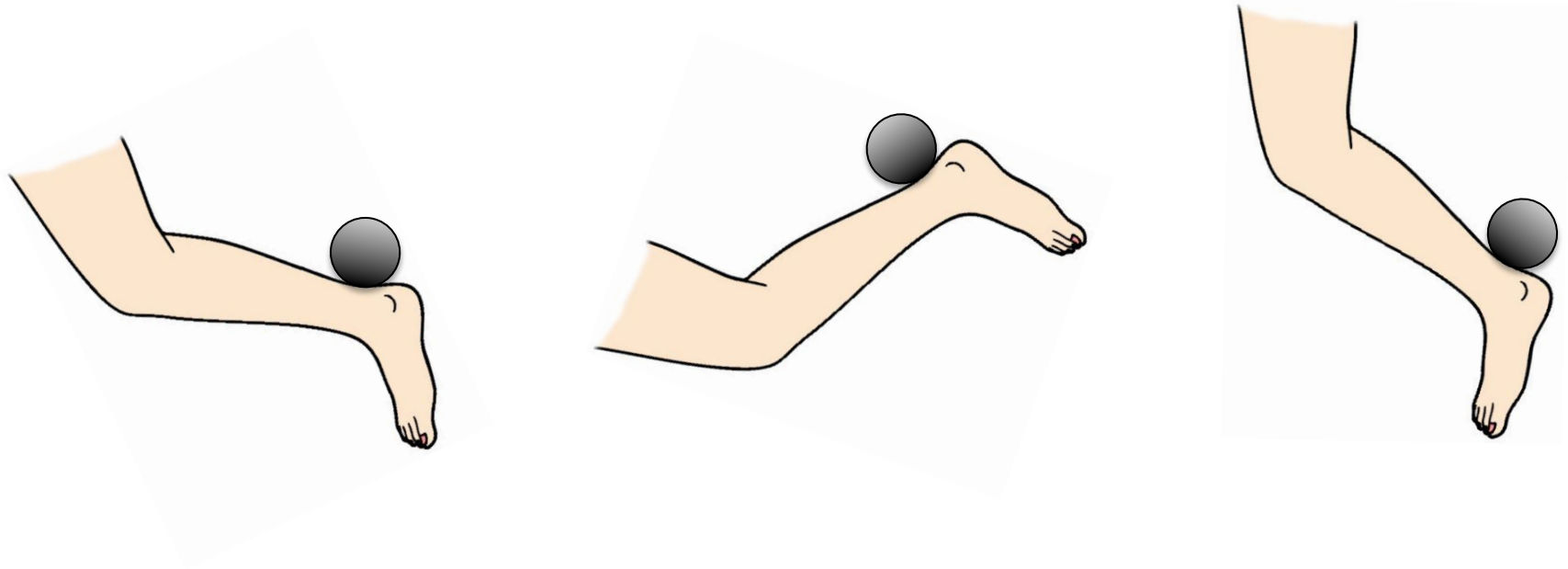
Moment de force et bras de levier

- Le poids lourd crée un moment autour de l'axe de rotation. Identifier le bras de levier.
- La main qui retient le poids crée un moment autour de l'axe de rotation. Identifier le bras de levier.



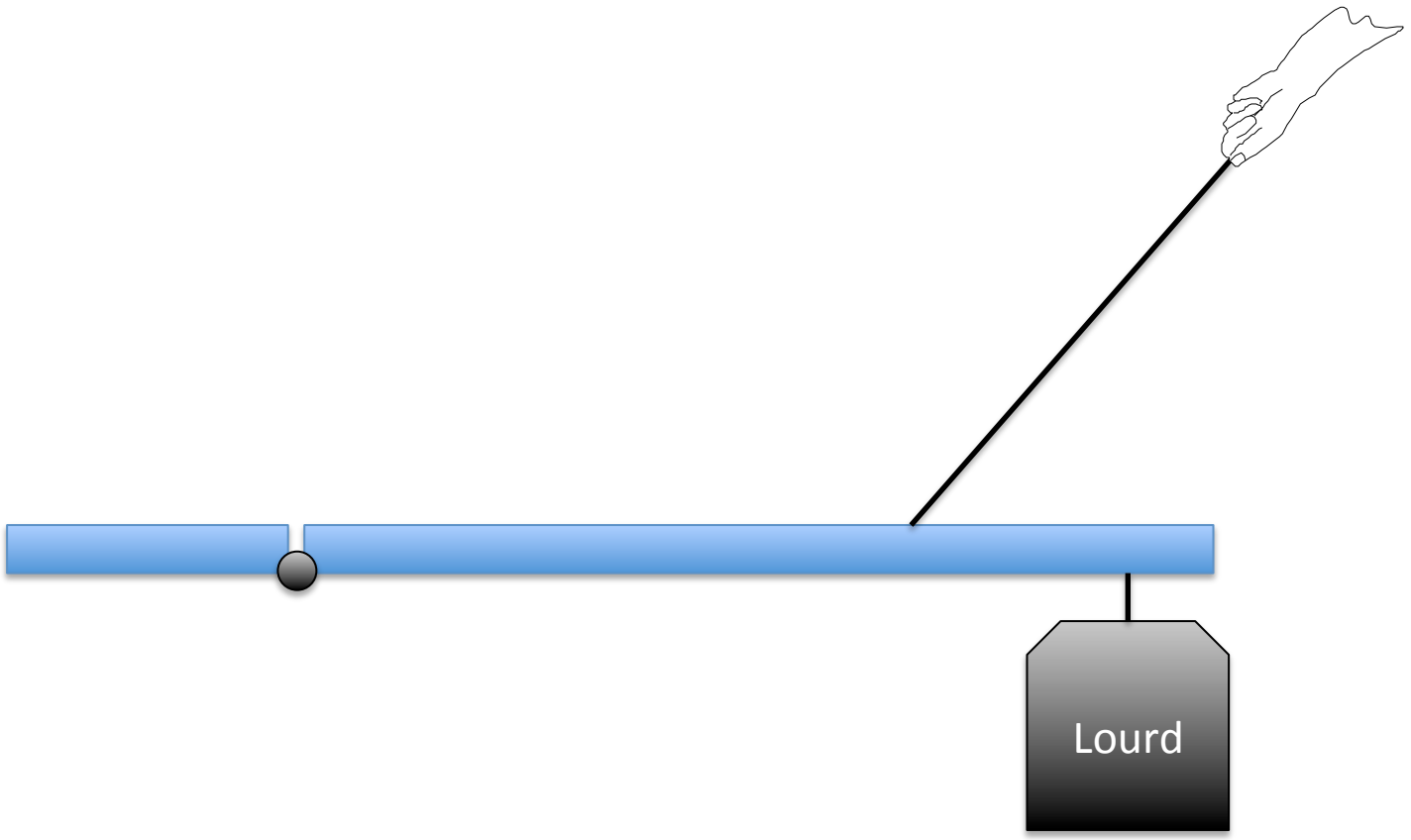
Moment de force et bras de levier

- Le poids crée un moment autour du genou. Identifier le bras de levier.



Moment de force et bras de levier

- La main qui retient le poids crée un moment autour de l'axe de rotation. Identifier le bras de levier.

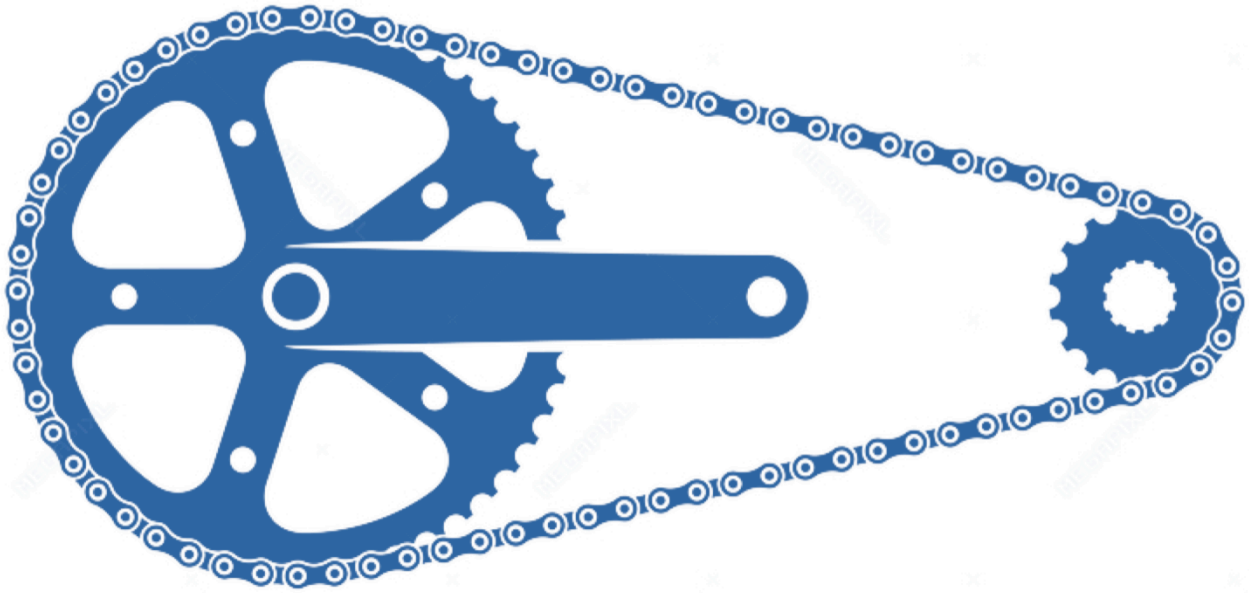


Moment de force et bras de levier

- Le poids de la véliplanchiste crée un moment autour de sa base d'appui (ses pieds). Identifier le bras de levier.
- La traction dans les bras de la véliplanchiste crée un moment autour de sa base d'appui (ses pieds). Identifier le bras de levier.

Moment de force et bras de levier

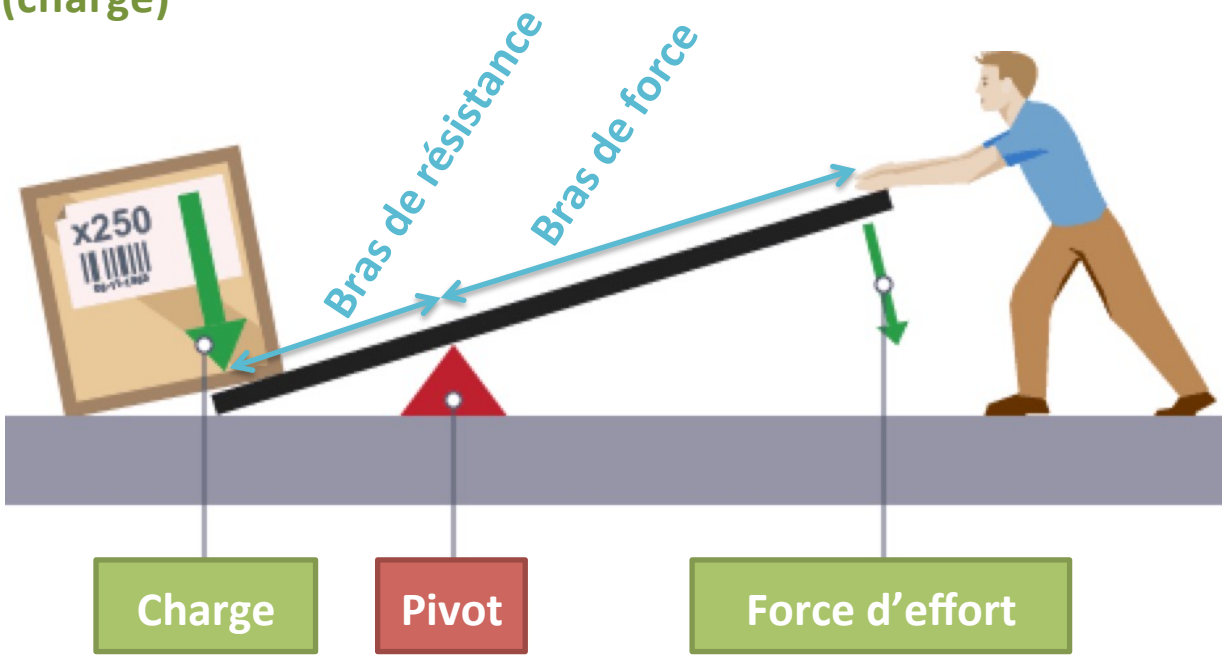
- La traction dans la chaîne de vélo fait tourner la roue dentelée de la roue arrière. Identifier le bras de levier de la force de traction.



LES LEVIERS

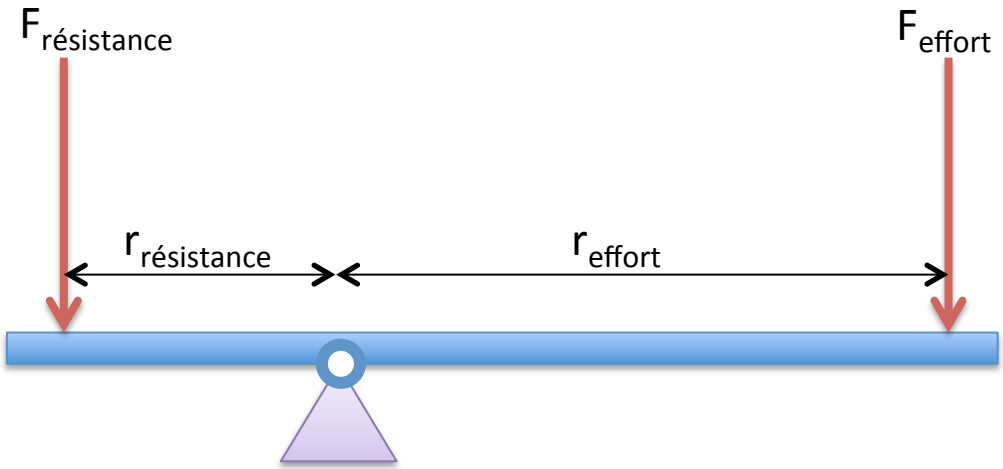
Les leviers

- Un levier est un système mécanique permettant de soit :
  - Déplacer une charge sur une plus grande distance
  - Déplacer une charge avec moins de force
- Dans tous les systèmes de levier, il existe 5 composantes :
  - **Force d'effort**
  - **Force de résistance (charge)**
  - **Pivot**
  - **Bras de force**
  - **Bras de résistance**



Les leviers

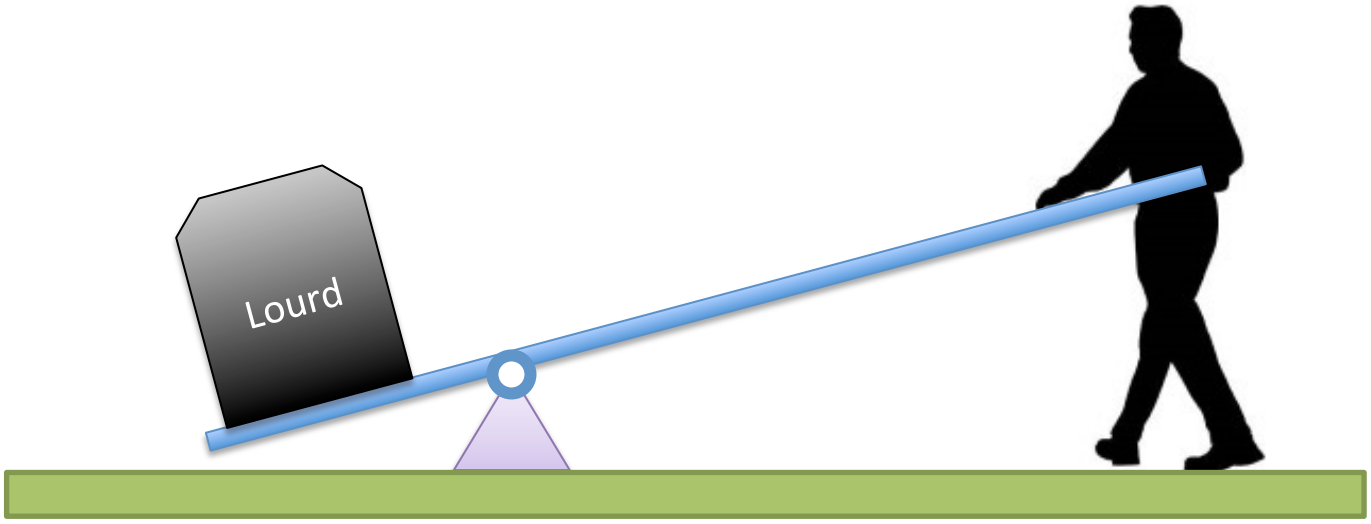
- **<u>Le levier inter-appui : les forces sont de part et d'autre du pivot</u>**
  - Moments créés par les forces :
    - La force d'effort F_{effort} crée un moment $M_{effort} = F_{effort}\ r_{effort}$ autour du pivot
    - La force de résistance $F_{résistance}$ crée un moment $M_{résistance} = F_{résistance}\ r_{résistance}$ autour du pivot
  - Selon Newton, en statique :
    - $M_{effort} = M_{résistance}$
    - Donc $\mathbf{F_{effort}\ r_{effort} = F_{résistance}\ r_{résistance}}$



Les leviers

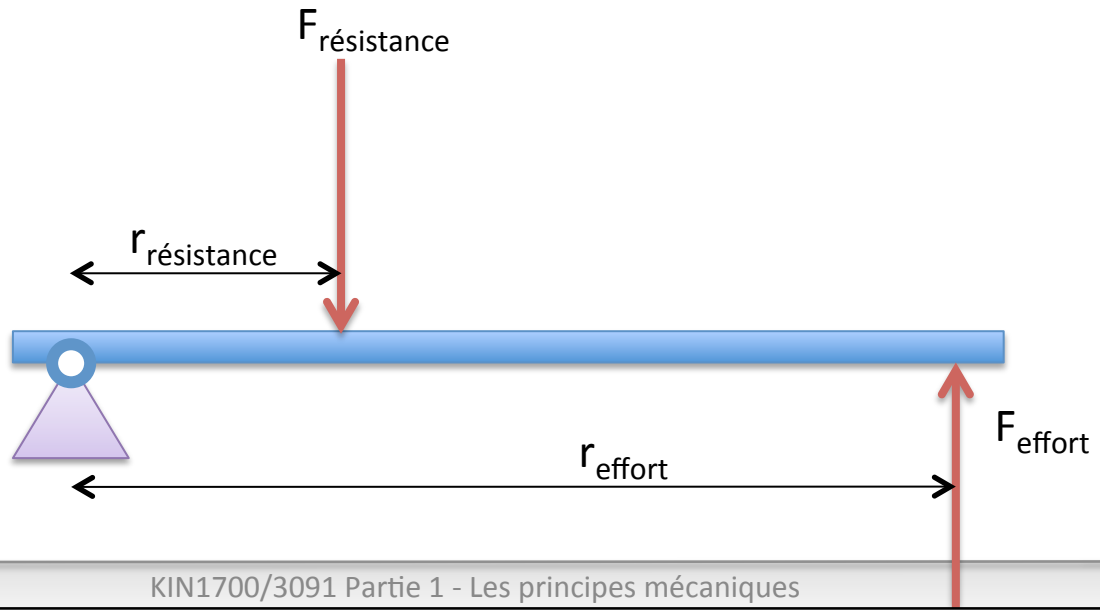
- Exemple – Levier inter-appui
  - Bob n'arrive pas à soulever le poids. Que pourrait-il faire ?
    A. Demander de l'aide pour appliquer une plus grande force ? Vers quelle direction ?
    B. Utiliser un plus petit levier ?
    C. Déplacer le pivot plus près de la boîte ?
    D. Combiner plusieurs idées ? Lesquelles ?

$$F_{effort}\, r_{effort} = F_{résistance}\, r_{résistance}$$



Les leviers

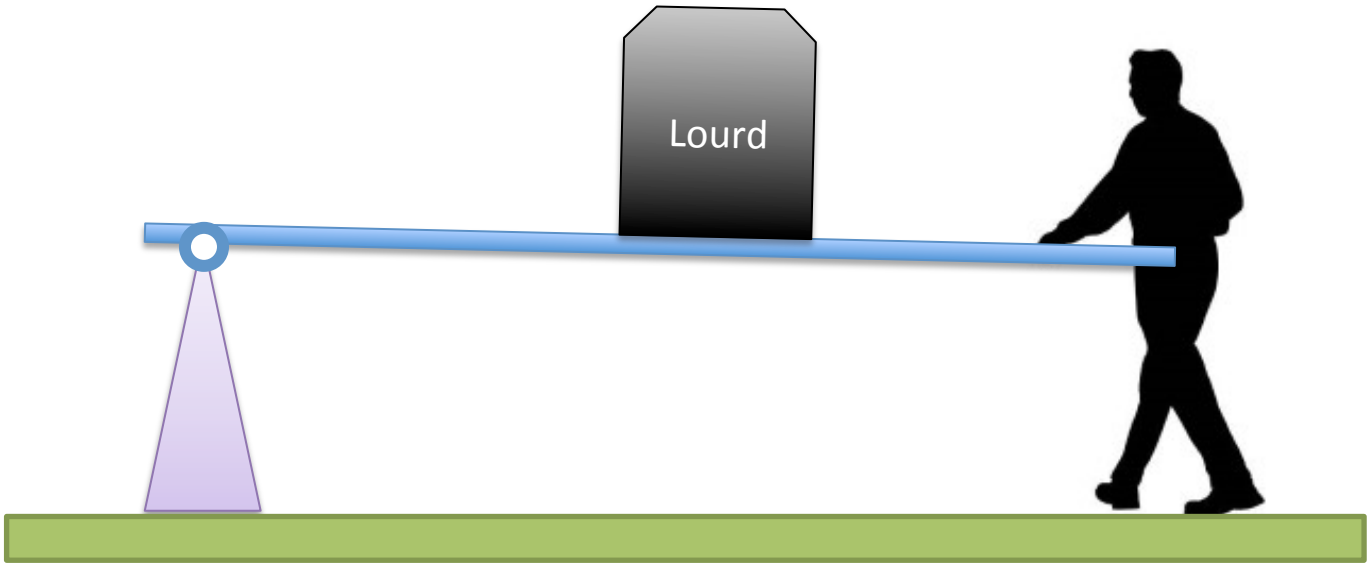
- **<u>Le levier inter-résistant : la résistance est près du pivot</u>**
  - Moments créés par les forces :
    - La force d'effort F_{effort} crée un moment $M_{effort} = F_{effort}\ r_{effort}$ autour du pivot
    - La force de résistance $F_{résistance}$ crée un moment $M_{résistance} = F_{résistance}\ r_{résistance}$ autour du pivot
  - Selon Newton, en statique :
    - $M_{effort} = M_{résistance}$
    - Donc $F_{effort}\ r_{effort} = F_{résistance}\ r_{résistance}$



Les leviers

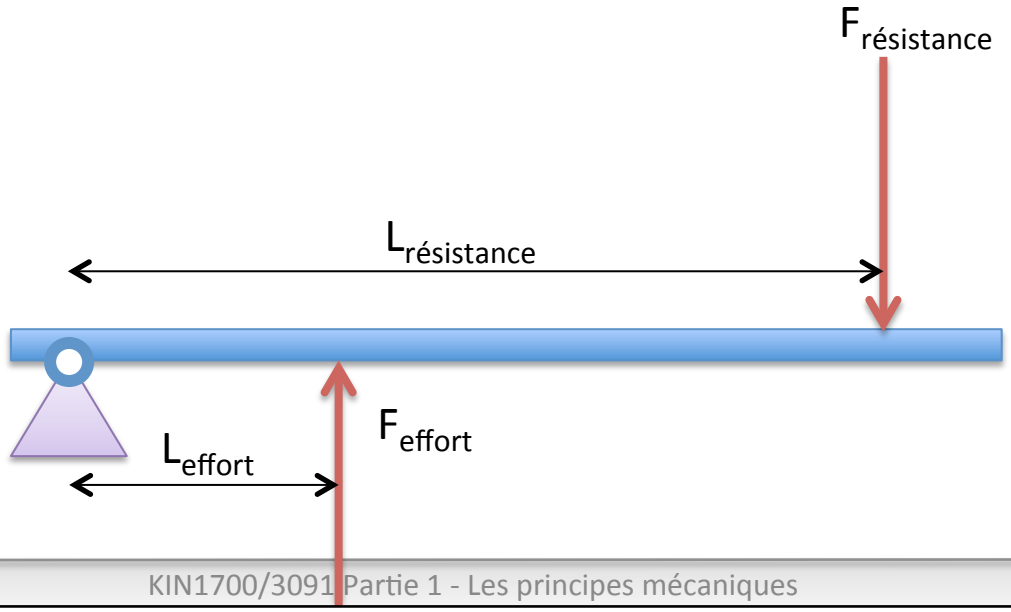
- Exemple – Levier inter-résistance
  - Bob peine à supporter le poids. Que pourrait-il faire ?
    A. Demander de l'aide pour appliquer une plus grande force ? Vers quelle direction ?
    B. Se rapprocher du poids ?
    C. Demander à quelqu'un de rapprocher le poids du pivot ?

$$F_{effort}\, r_{effort} = F_{résistance}\, r_{résistance}$$



Les leviers

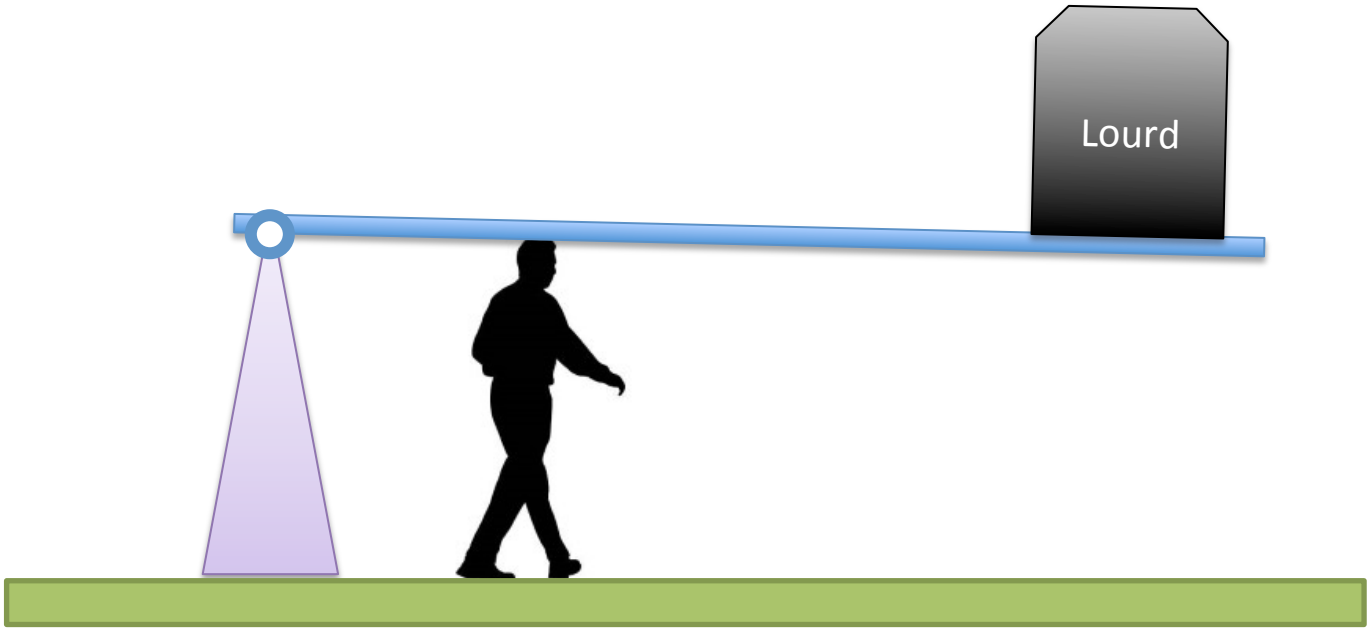
- **<u>Le levier inter-moteur : la force d'effort est près du pivot</u>**
  - Moments créés par les forces :
    - La force d'effort F_{effort} crée un moment $M_{effort} = F_{effort}\ r_{effort}$ autour du pivot
    - La force de résistance $F_{résistance}$ crée un moment $M_{résistance} = F_{résistance}\ r_{résistance}$ autour du pivot
  - Selon Newton, en statique :
    - $M_{effort} = M_{résistance}$
    - Donc $F_{effort}\ r_{effort} = F_{résistance}\ r_{résistance}$



Les leviers

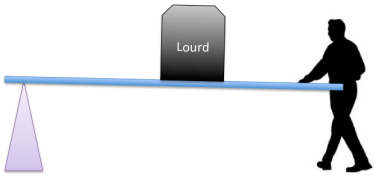
- Exemple – Levier inter-moteur
  - Bob souffre. Que pourrait-il faire ?
    A. Demander de l'aide pour appliquer une plus grande force ? Vers quelle direction ?
    B. Se rapprocher du poids ?
    C. Demander à quelqu'un de rapprocher le poids du pivot ?
    D. Changer de métier ?

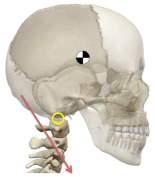
$$F_{effort}\, L_{effort} = F_{résistance}\, L_{résistance}$$



Les leviers

- Dans le corps, on peut faire une analogie entre ces termes :

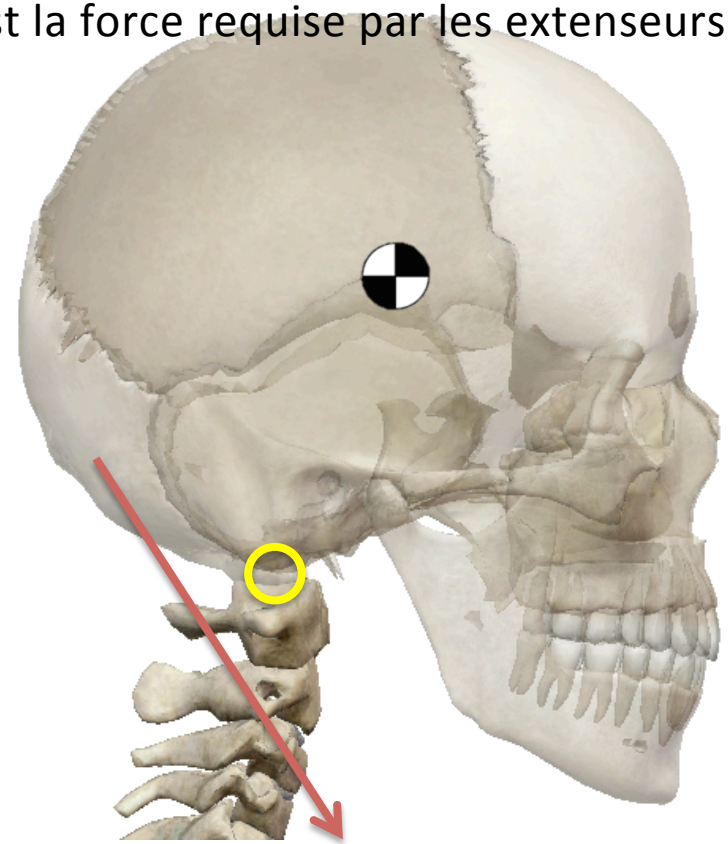




Pivot	Articulation
Force d'effort	Force interne (force musculaire)
Bras de force	Bras de levier de la force interne
Force de résistance (charge)	Force externe (gravité, inertie, force de réaction)
Bras de résistance	Bras de levier de la force externe

Les leviers

- Dessiner le système de levier équivalent aux articulations suivantes
- Identifier : **Force d'effort, Charge, Pivot, Bras de force, Bras de résistance**
- Quelle est la force requise par les extenseurs du cou ? (équation)



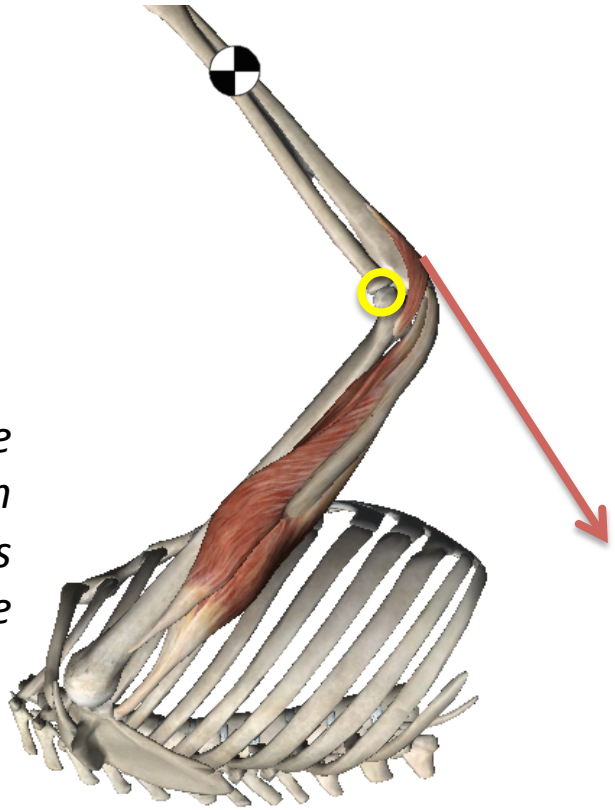
Maintient du poids de la tête par les muscles extenseurs du cou

Articulation → Force musculaire ◐ Centre de masse du segment

Les leviers

- Dessiner le système de levier équivalent aux articulations suivantes
- Identifier : **Force d'effort, Charge, Pivot, Bras de force, Bras de résistance**
- Quelle est la force requise par les extenseurs du coude ? (équation)

Maintient du poids de l'avant-bras et de la main par les muscles extenseurs du coude

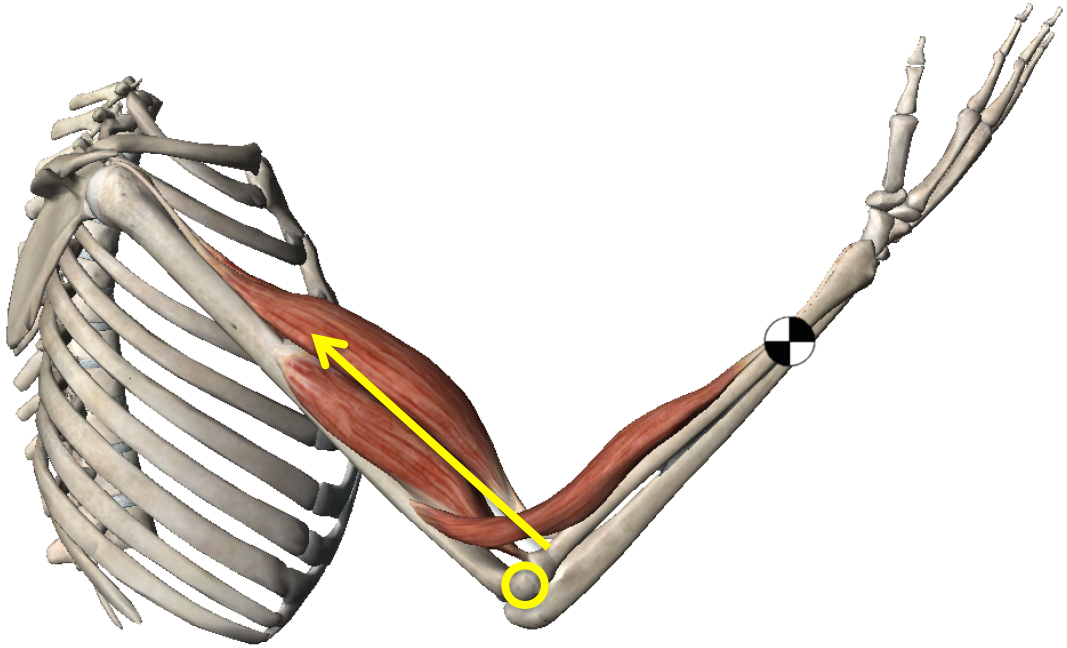


Articulation Force musculaire Centre de masse du segment

Les leviers

- Dessiner le système de levier équivalent aux articulations suivantes
- Identifier : **Force d'effort, Charge, Pivot, Bras de force, Bras de résistance**
- Quelle est la force requise par les fléchisseurs du coude ? (équation)

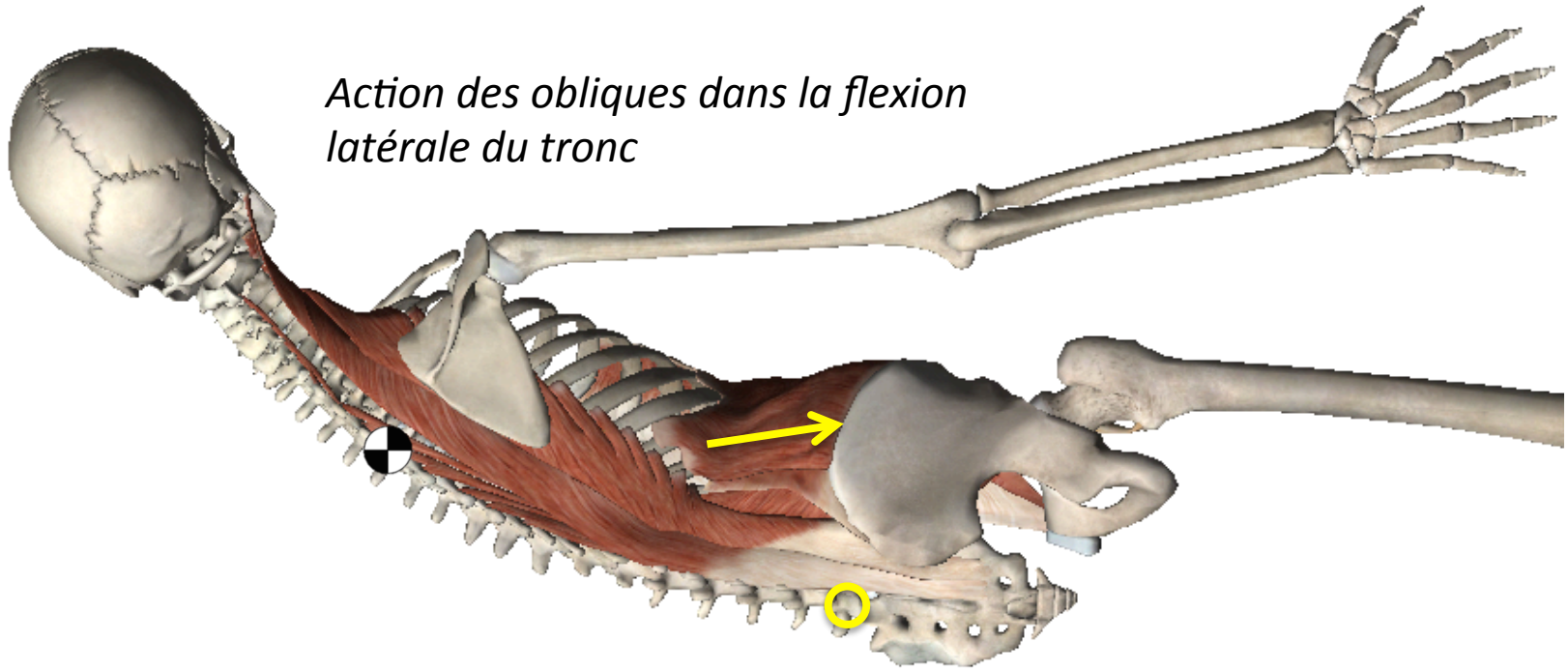
Maintient du poids de l'avant-bras et de la main par les muscles fléchisseurs du coude



Articulation Force musculaire Centre de masse du segment

Les leviers

- Dessiner le système de levier équivalent aux articulations suivantes
- Identifier : **Force d'effort, Charge, Pivot, Bras de force, Bras de résistance**
- En assumant que les obliques sont responsables de la majeure partie de ce mouvement, quelle est la force requise par les obliques ? (équation)

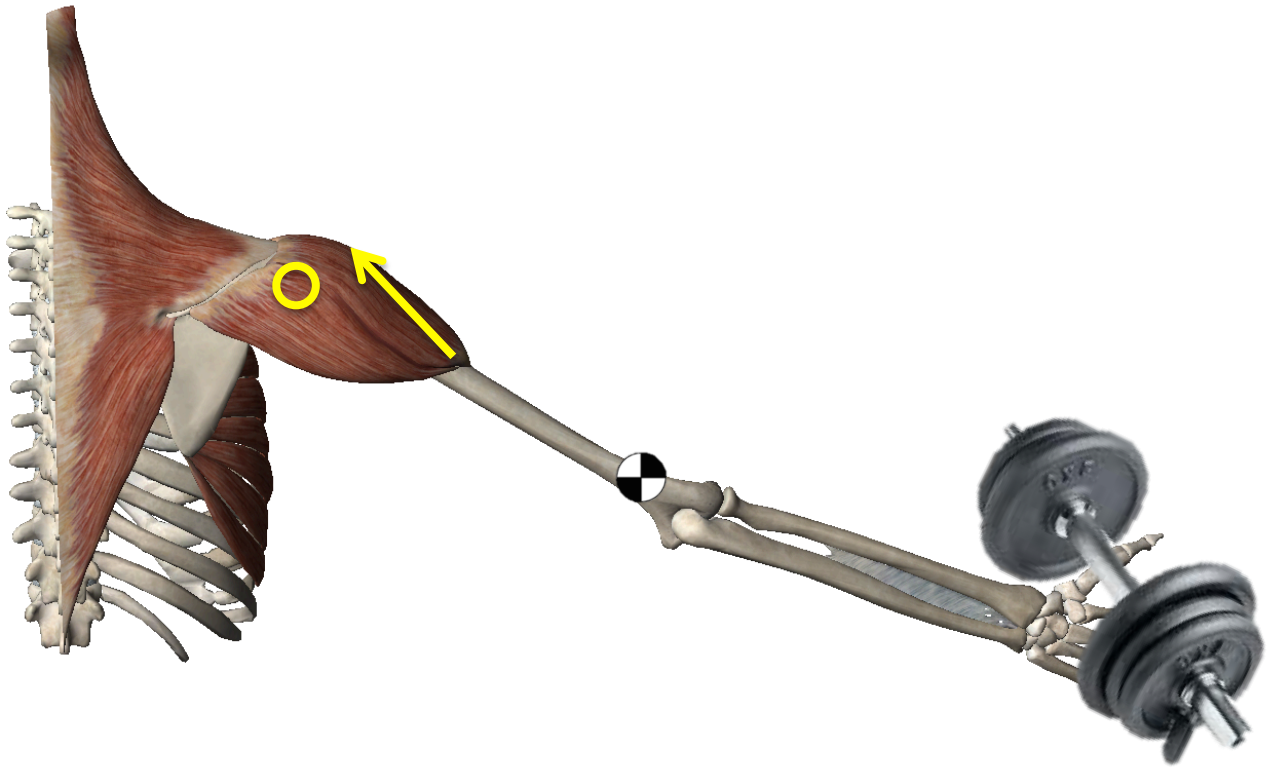


Articulation Force musculaire Centre de masse du segment

Les leviers

- Dessiner le système de levier équivalent aux articulations suivantes
- Identifier : **Force d'effort, Charge, Pivot, Bras de force, Bras de résistance**
- Quelle est la force requise par les abducteurs de l'épaule ? (équation)

Abduction de l'épaule pour soulever une charge

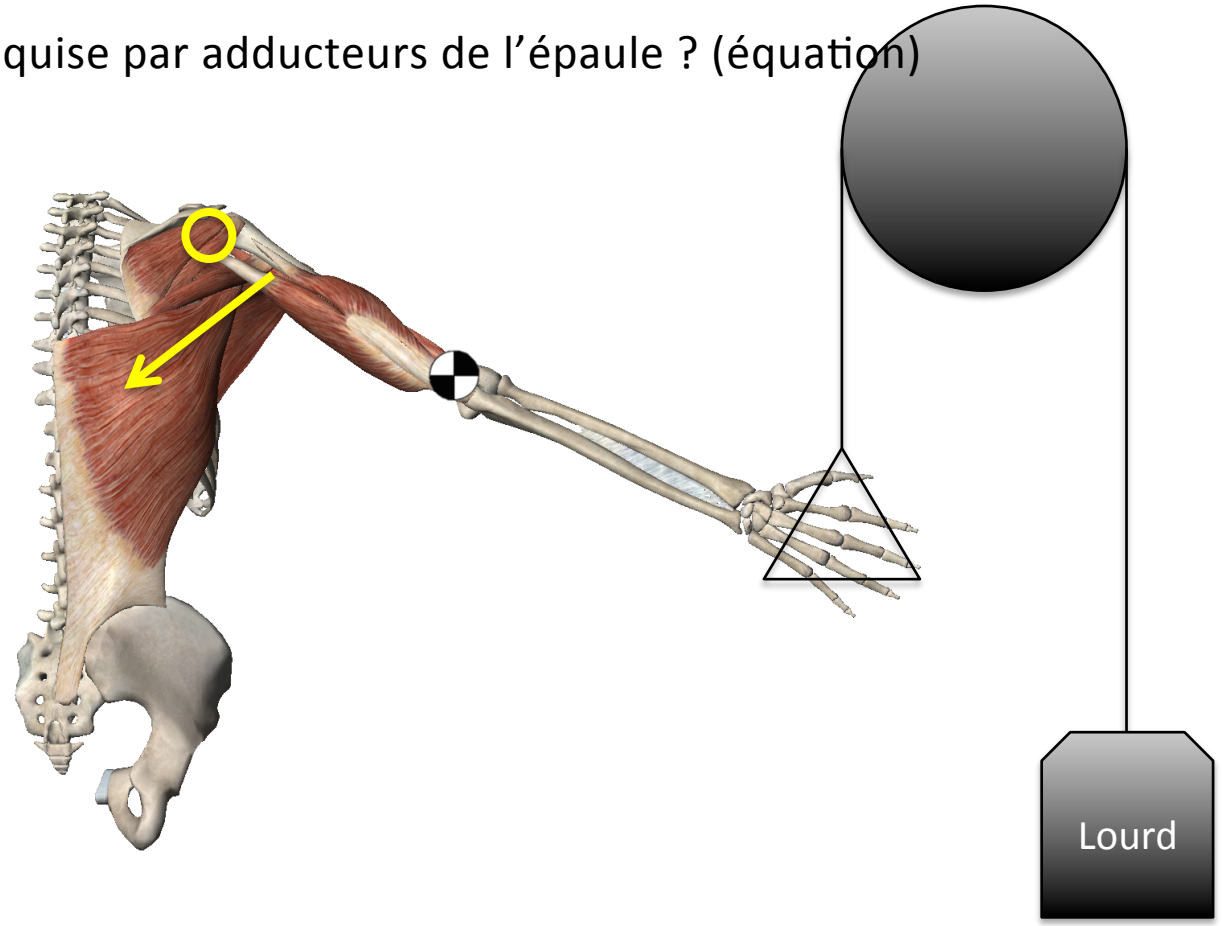


Articulation Force musculaire Centre de masse du segment

Les leviers

- Dessiner le système de levier équivalent aux articulations suivantes
- Identifier : **Force d'effort, Charge, Pivot, Bras de force, Bras de résistance**
- Quelle est la force requise par adducteurs de l'épaule ? (équation)

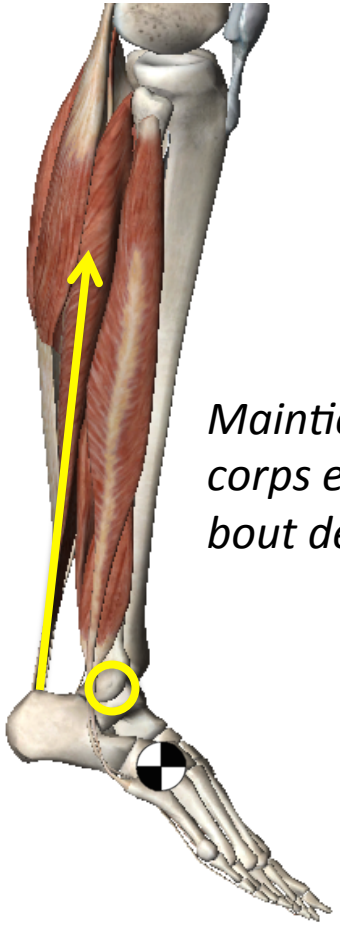
Adduction de l'épaule pour abaisser une charge



Articulation Force musculaire Centre de masse du segment

Les leviers

- Dessiner le système de levier équivalent aux articulations suivantes
- Identifier : **Force d'effort, Charge, Pivot, Bras de force, Bras de résistance**
- Quelle est la force requise par adducteurs de l'épaule ? (équation)



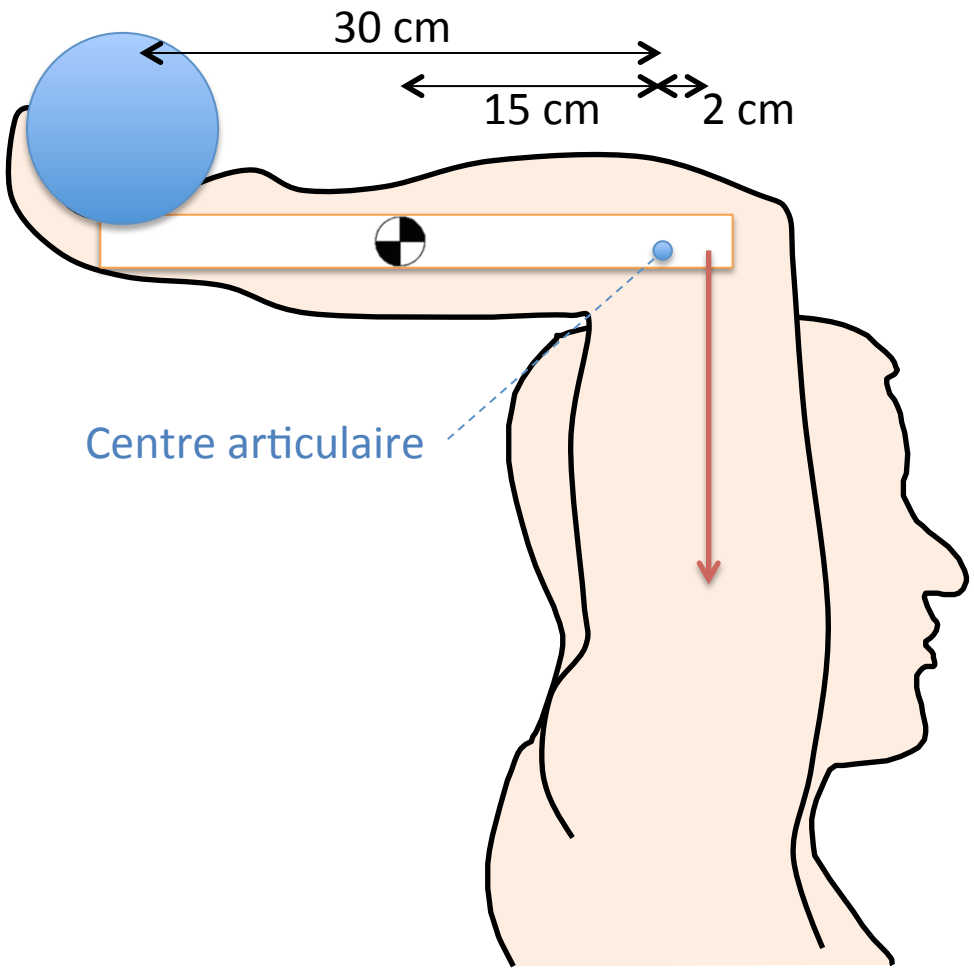
Maintient du poids du corps en se tenant sur le bout des pieds

Articulation Force musculaire Centre de masse du segment

PROBLÈMES DE LEVIERS (CALCULS)

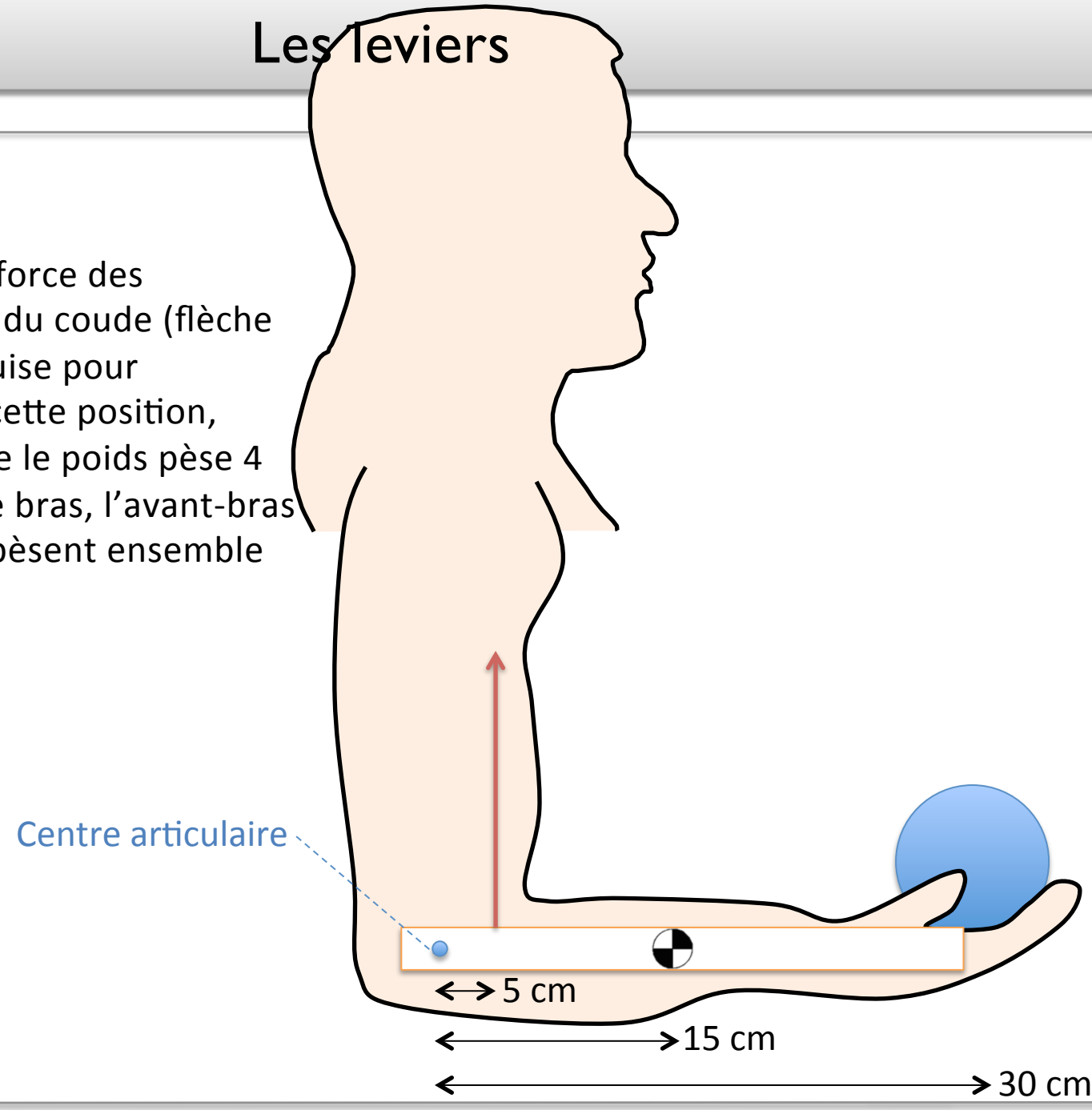
Les leviers

- Exemple :
  - Calculer la force des extenseurs du coude (flèche rouge) requise pour conserver cette position, sachant que le poids pèse 4 kg et que le bras, l'avant-bras et la main pèsent ensemble 1.5 kg.



Les leviers

- Exemple :
  - Calculer la force des extenseurs du coude (flèche rouge) requise pour conserver cette position, sachant que le poids pèse 4 kg et que le bras, l'avant-bras et la main pèsent ensemble 1.5 kg.

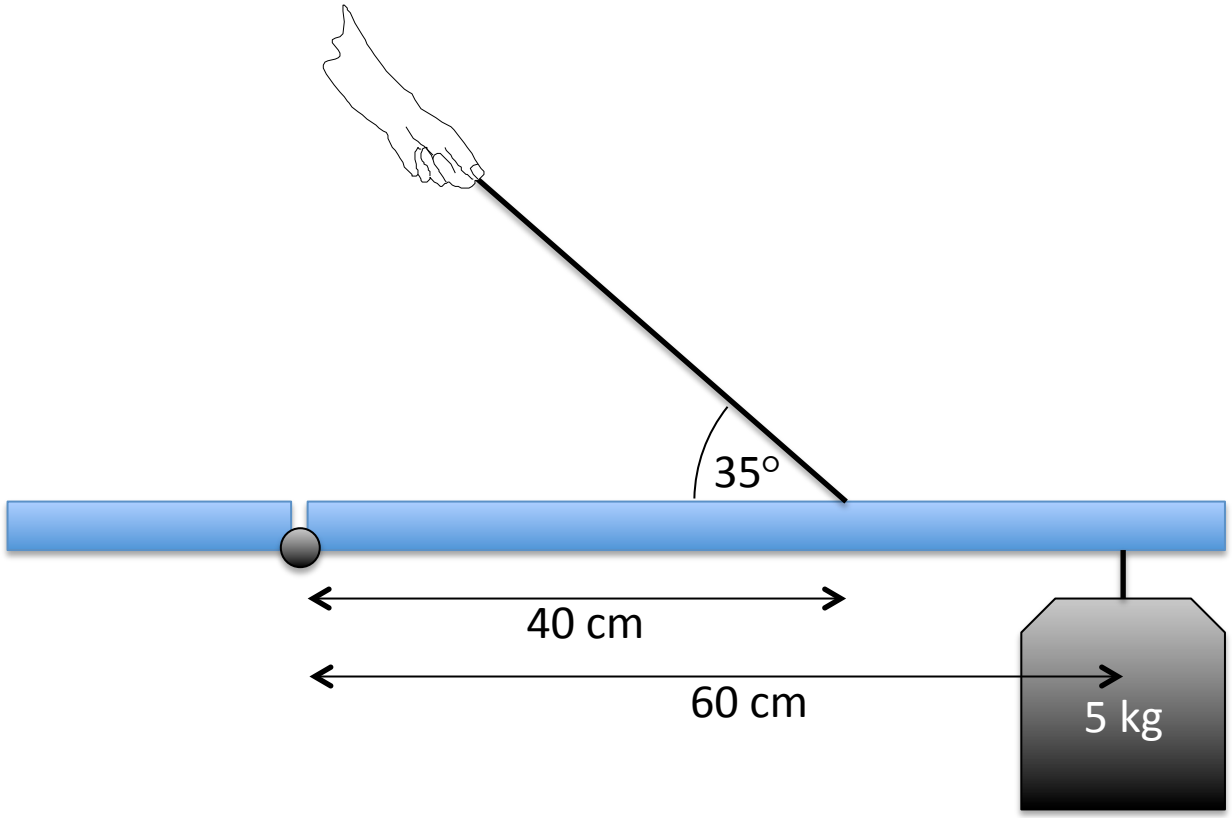


Les leviers

- Exemple
  - Un lanceur tient dans sa main un poids de 16 lbs (71,3 N) avec l'avant-bras parallèle au sol et le coude fléchi à 90 degrés.
  - Sachant que :
    - la distance entre le coude et le poids est de 33 cm ;
    - l'avant-bras et la main pèsent 1.5 kg et que leur centre de masse commun est à 16 cm du coude ;
    - l'insertion du biceps brachial se situe à 6 cm du coude ;
  - Quelle serait la force déployée par le biceps brachial s'il génère 40% de la force nécessaire pour maintenir l'avant-bras fixe.

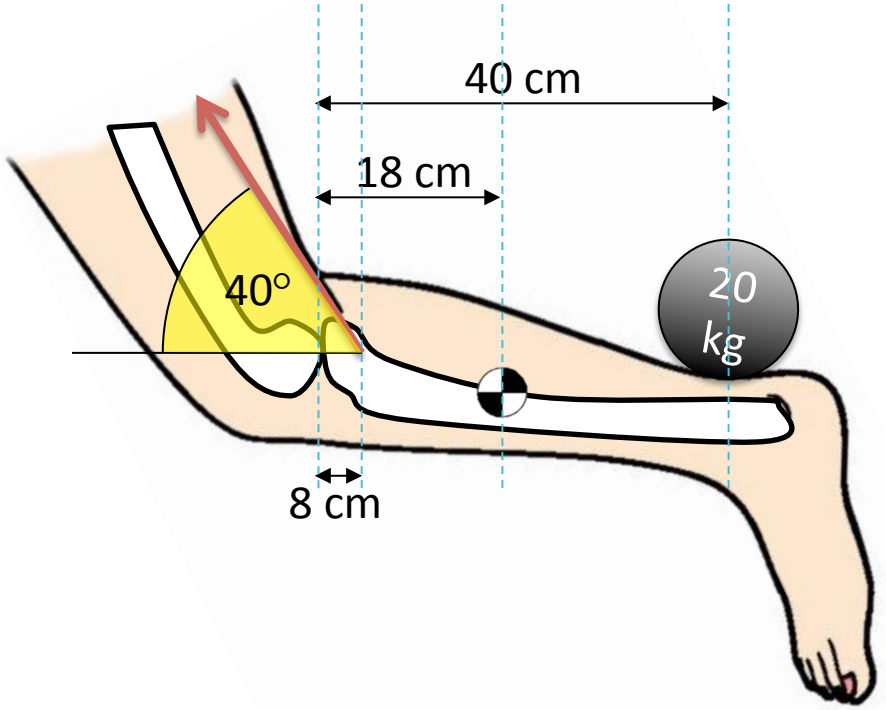
Les leviers

- Quel est le moment généré par le poids autour de l'axe ?
- Quel est le moment qu'on doit générer autour de l'axe pour retenir le poids ?
- Avec quelle force doit-on tirer pour retenir le poids ?



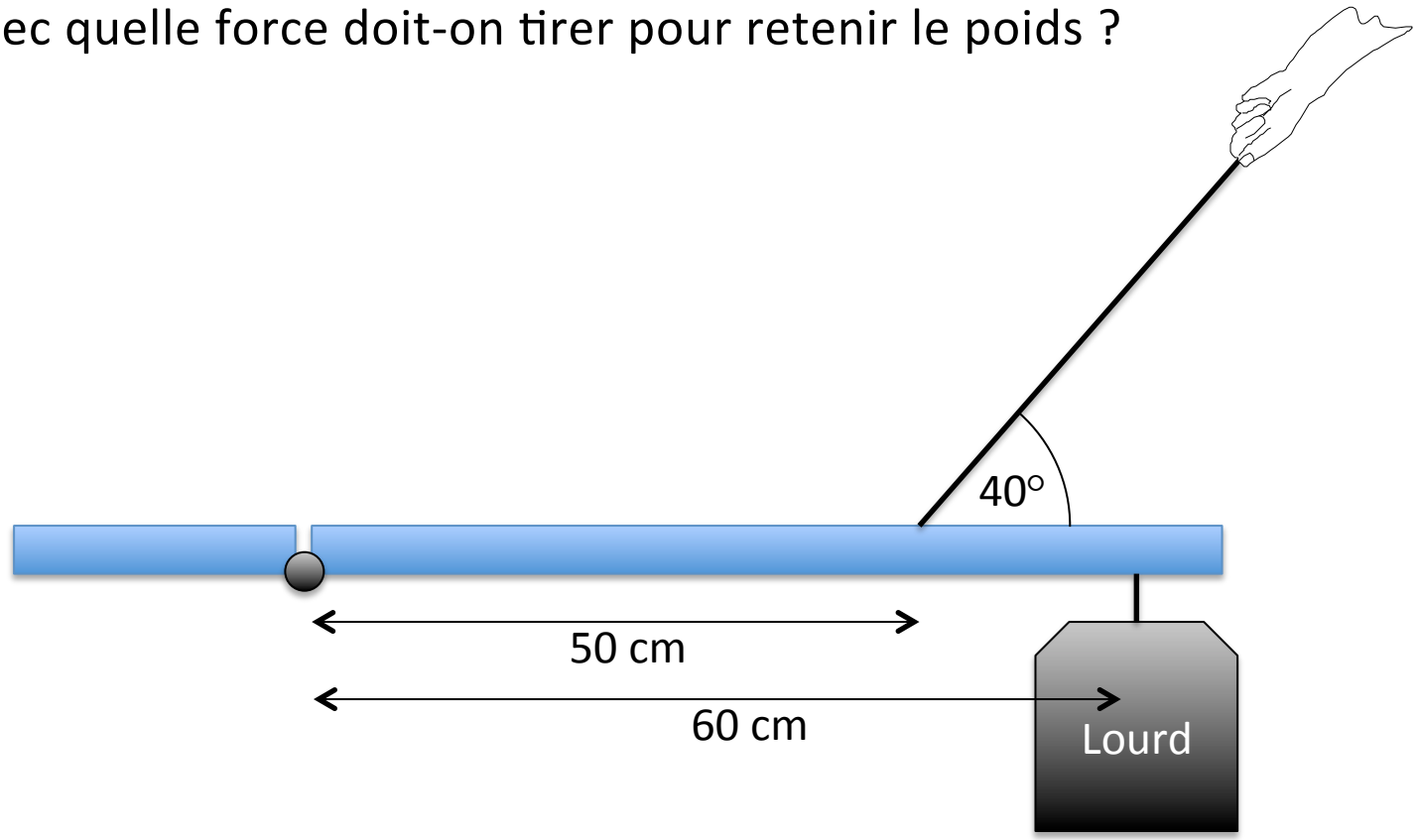
Les leviers

- Quelle est la tension dans les ischio-jambiers, en assumant qu'ils supportent 80% de la charge et que le pied et la jambe pèsent ensemble 4 kg ?



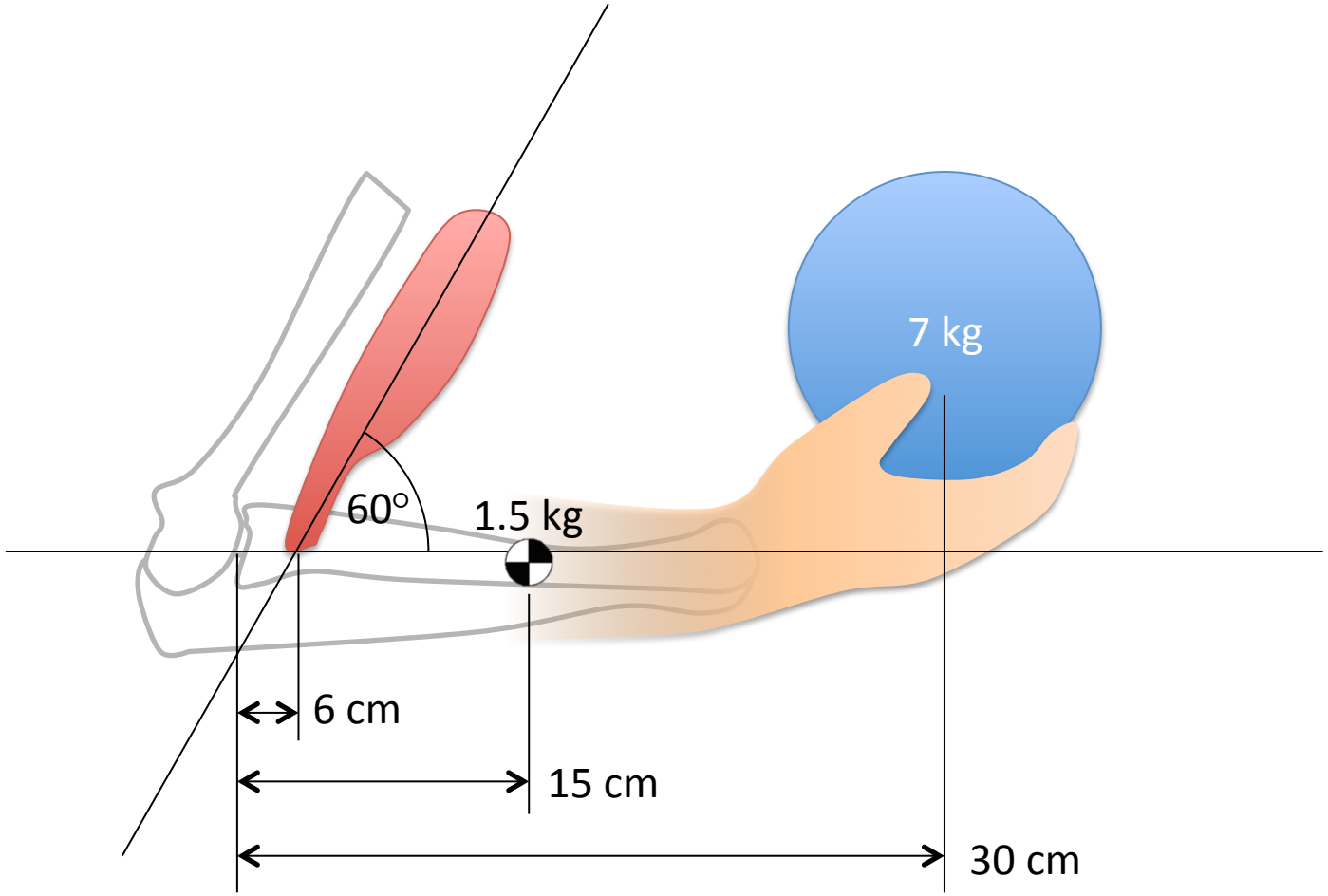
Les leviers

- Quel est le moment généré par le poids autour de l'axe ?
- Quel est le moment qu'on doit générer autour de l'axe pour retenir le poids ?
- Avec quelle force doit-on tirer pour retenir le poids ?



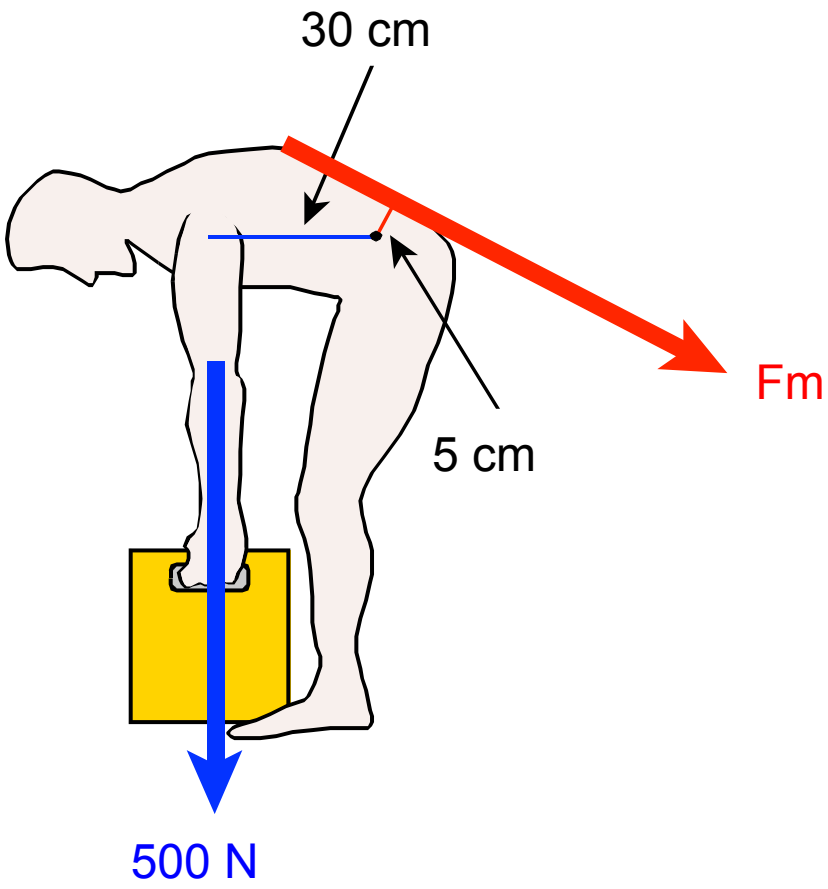
Les leviers

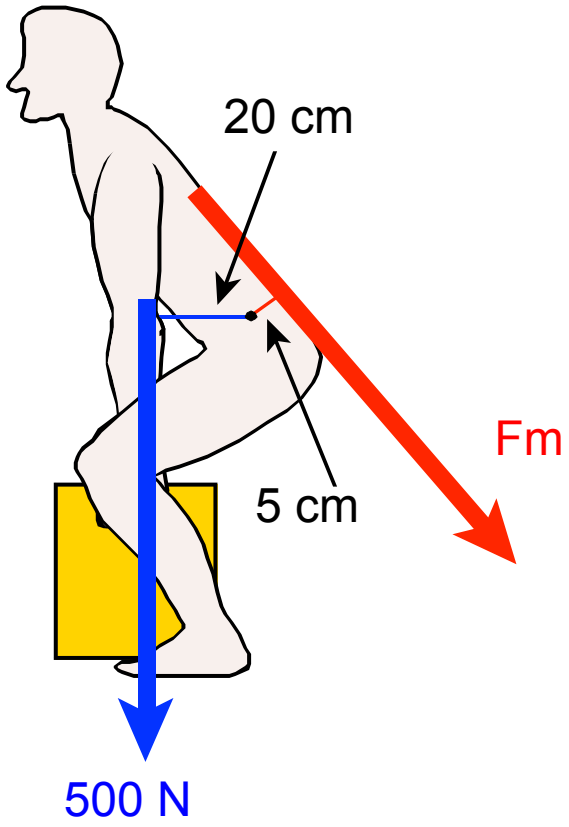
- Quelle est la force déployée par le biceps brachial si celui-ci fournit 80% de la charge nécessaire pour soutenir le poids ?



Les leviers

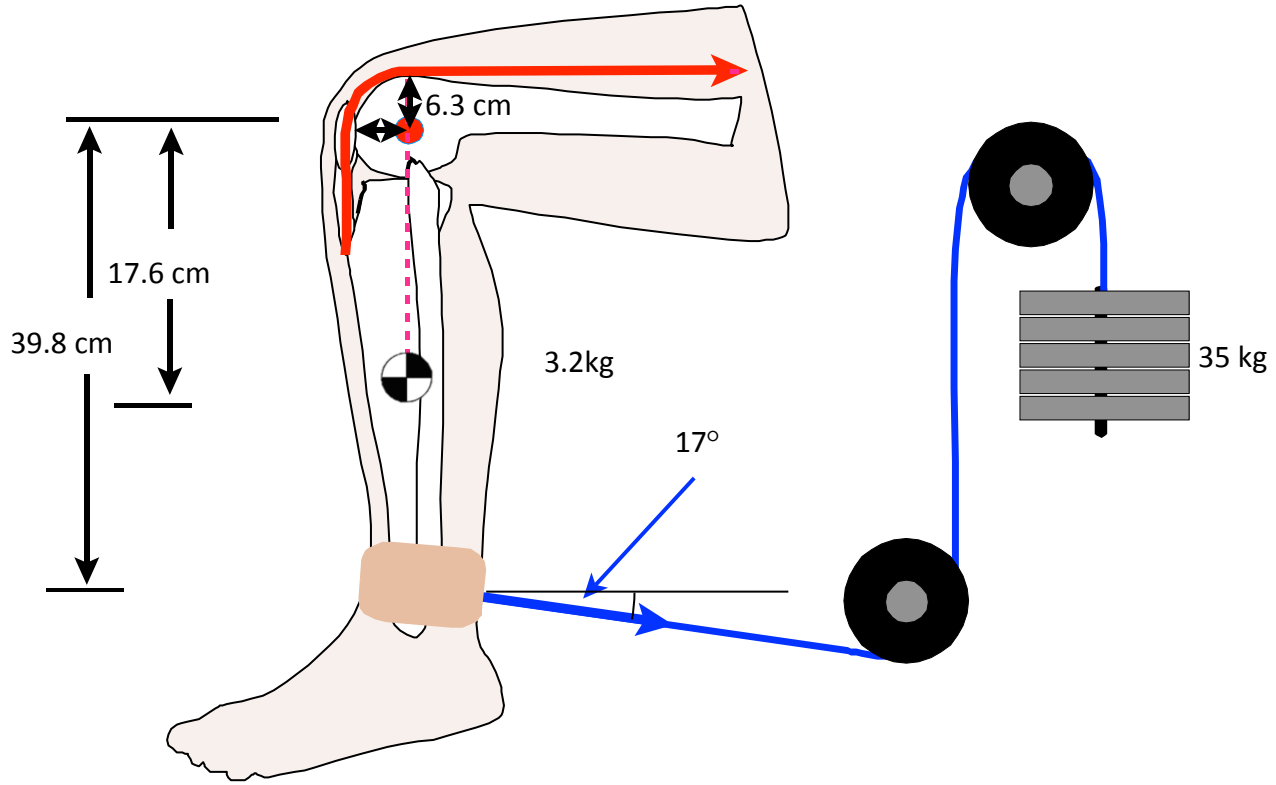
- En négligeant le poids du tronc et du membre supérieur, quelle est la force Fm développée par les extenseurs du dos pour lever une charge de 500 N dans ces deux positions ?





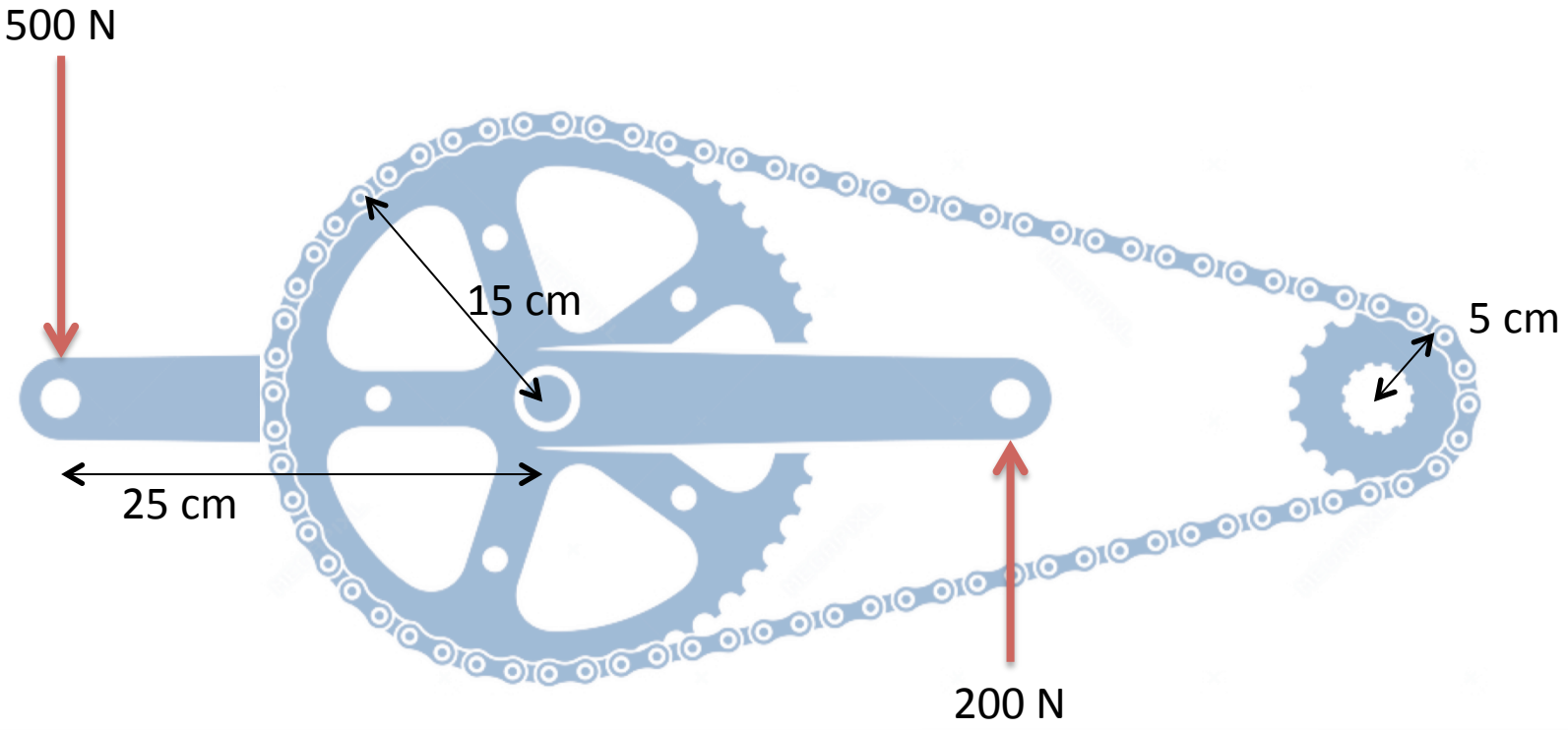
Les leviers

- Quelle est la force déceloppée par le quadriceps, en supposant que le tibia est vertical ?



Les leviers

- Quel est le moment autour du pédalier généré par les pieds ?
- Quelle est la force de traction dans la chaîne ?
- Quel est le moment autour de la roue dentelée arrière ?
- Comment pourrait-on augmenter le moment autour de la roue dentelée arrière ? (3 façons)

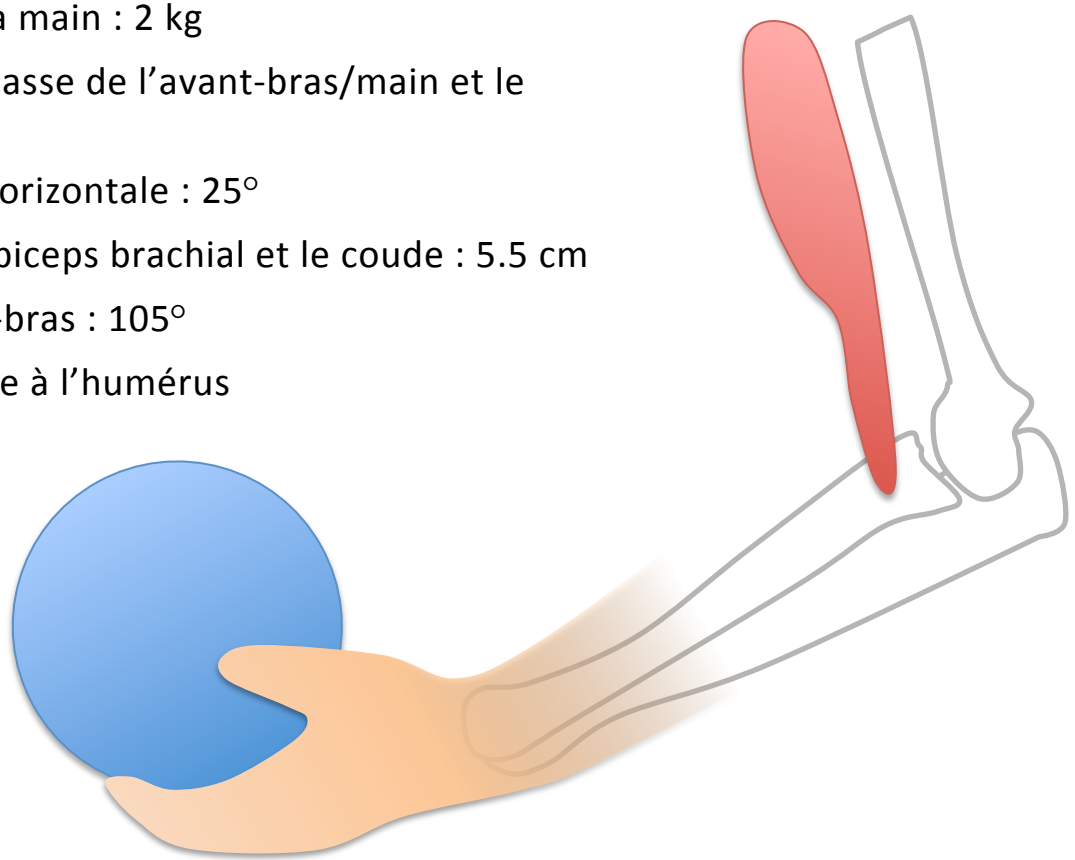


Les leviers

- Newton fait des exercices de musculation pour renforcer ses fléchisseurs du coude. Pour ce faire, il utilise un appareil où le bras est appuyé laissant ainsi toute le charge aux muscles moteurs du coude (voir figure).
- Une photo prise à un moment précis nous montre que:
  - L'angle entre le bras et l'avant-bras (flexion du coude) est de 90°
  - L'angle entre l'avant-bras et l'horizontale est de 40° (la main au-dessus de l'horizontale)
  - La distance entre la charge et le coude est de 29 cm
  - La distance entre le centre de masse de l'avant-bras et du coude est de 13 cm
- De plus, vous savez:
  - La masse de la charge est de 20 kg
  - La masse de l'avant-bras est de 2,7 kg
  - La distance entre l'insertion du biceps brachial et le coude est de 5,5 cm
  - Le biceps brachial est parallèle a l'humérus
- Quelle est la tension dans le biceps brachial ?

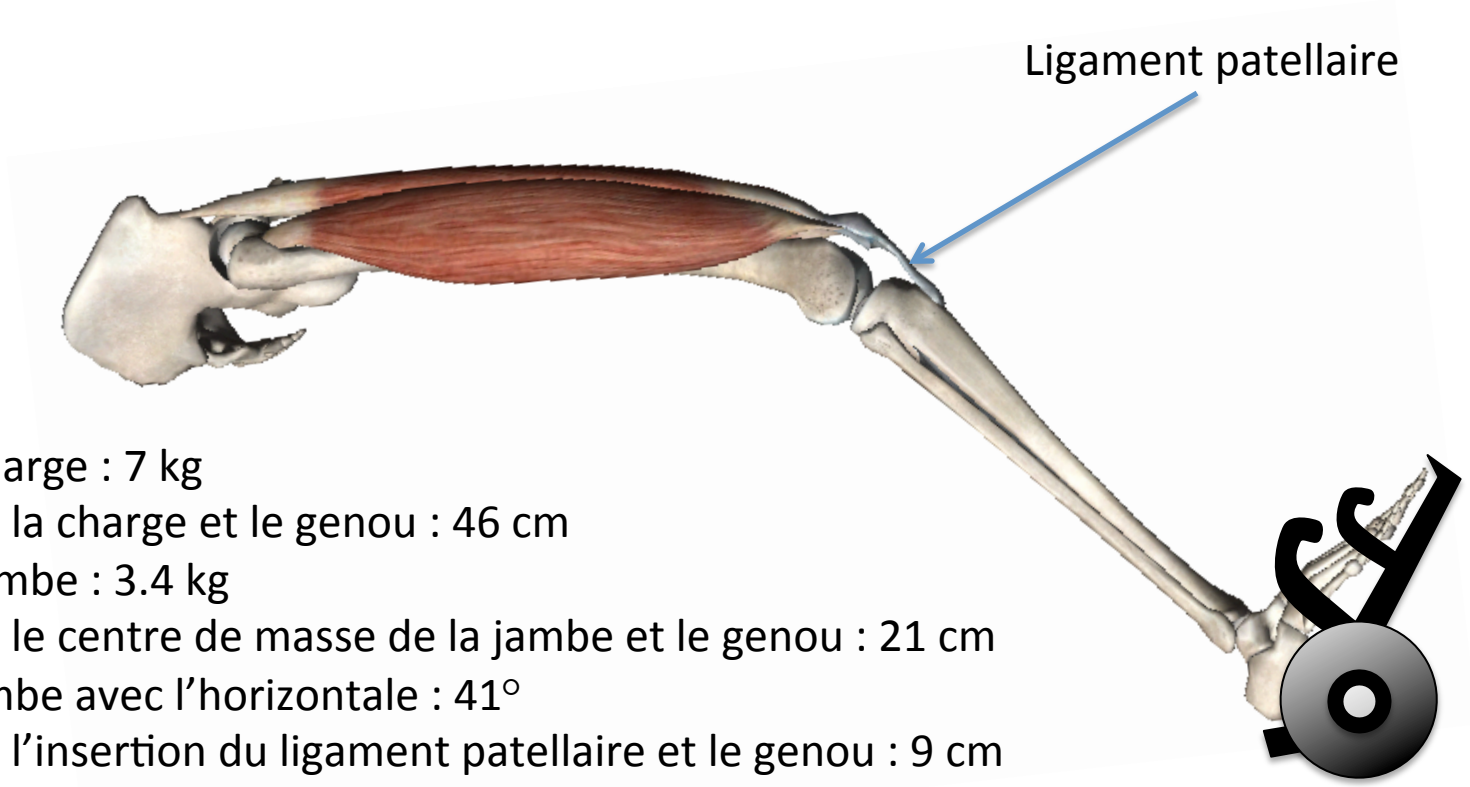
Les leviers

- Quelle est la force déployée par le biceps brachial ?
  - Masse de la charge : 3.5 kg
  - Distance entre la charge et le coude : 32 cm
  - Masse de l'avant-bras et de la main : 2 kg
  - Distance entre le centre de masse de l'avant-bras/main et le coude : 17 cm
  - Angle de l'avant-bras avec l'horizontale : 25°
  - Distance entre l'insertion du biceps brachial et le coude : 5.5 cm
  - Angle entre le bras et l'avant-bras : 105°
  - Le biceps brachial est parallèle à l'humérus



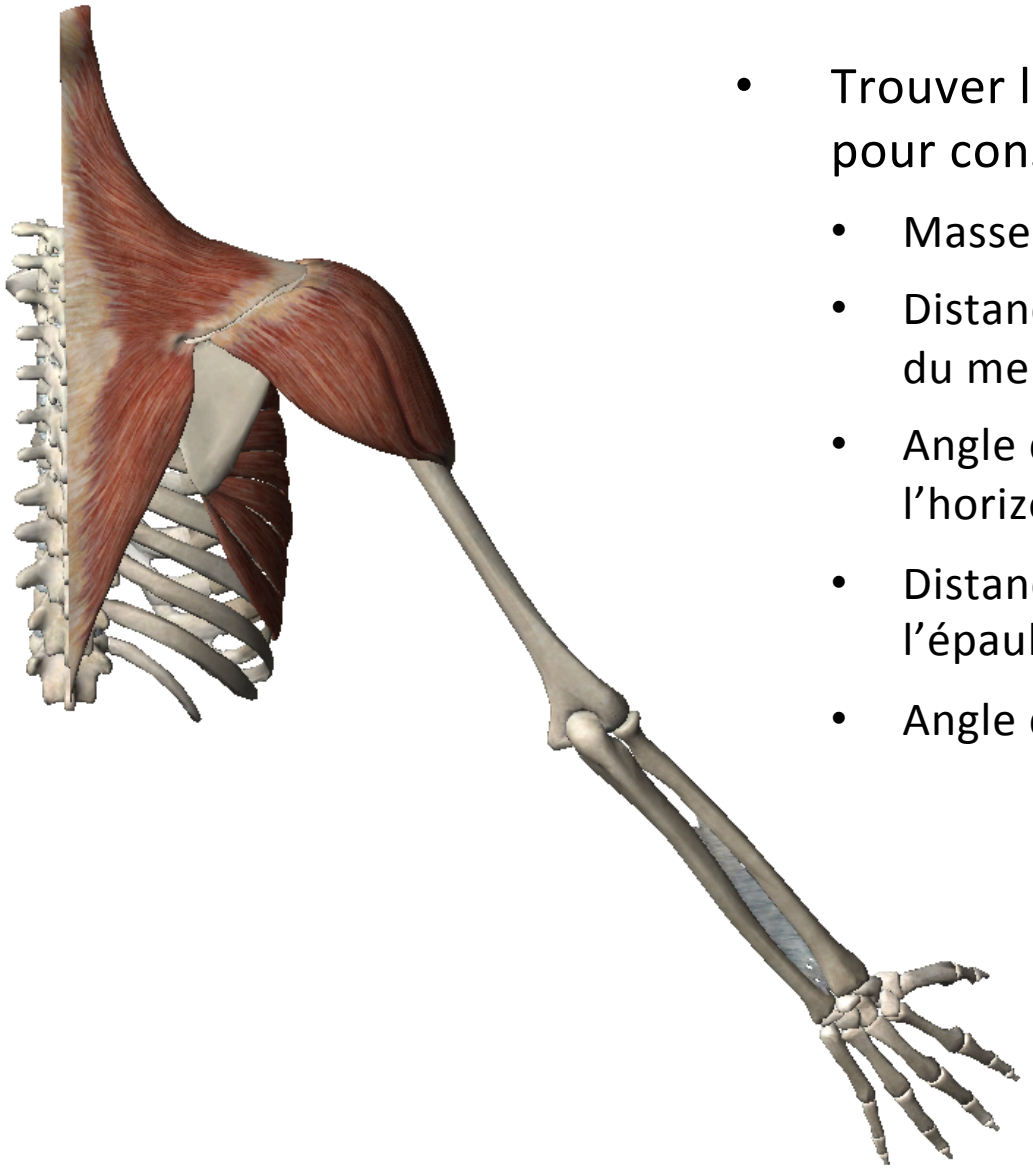
Les leviers

- Quelle est la force déployée par le quadriceps ?



- Masse de la charge : 7 kg
- Distance entre la charge et le genou : 46 cm
- Masse de la jambe : 3.4 kg
- Distance entre le centre de masse de la jambe et le genou : 21 cm
- Angle de la jambe avec l'horizontale : 41°
- Distance entre l'insertion du ligament patellaire et le genou : 9 cm
- Angle d'insertion du ligament patellaire par rapport au tibia : 13°
- Angle entre la jambe et la cuisse : 113°

Les leviers



- Trouver la force déployée par le deltoïde pour conserver la position suivante.
  - Masse du membre supérieur : 4.6 kg
  - Distance entre l'épaule et le centre de masse du membre supérieur : 31 cm
  - Angle du membre supérieur par rapport à l'horizontale : 53°
  - Distance entre l'insertion du deltoïde et l'épaule : 13 cm
  - Angle d'insertion du deltoïde : 16°

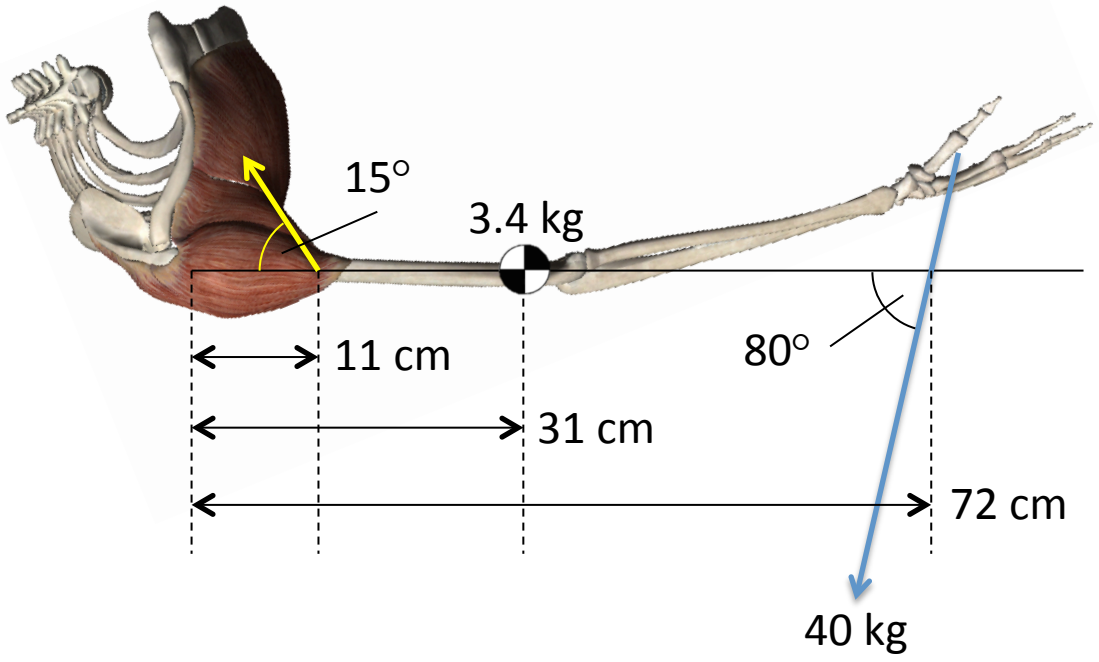
Les leviers

Un lanceur de disque veut développer ses pectoraux.

Assis sur un banc, il faut une flexion (adduction) horizontale en tirant sur une corde, qui, par un système de poulie, soulève une masse de 40 kg.

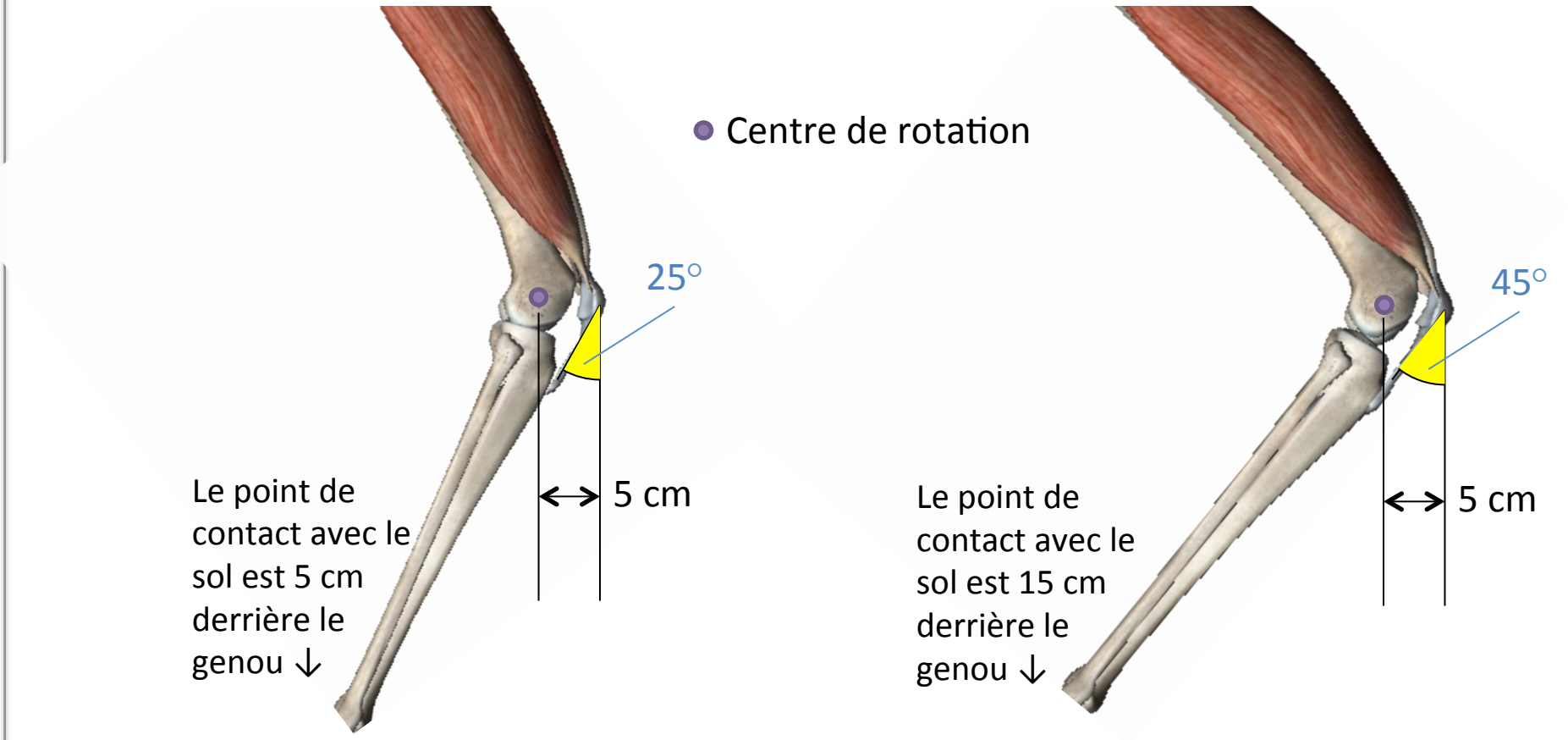
Une photographie prise du dessus nous montre ces dimensions et ces angles :

Quelle est la force déployée par le grand perctoral si ce dernier produit 70% du moment de force nécessaire pour cette action ?



Les leviers

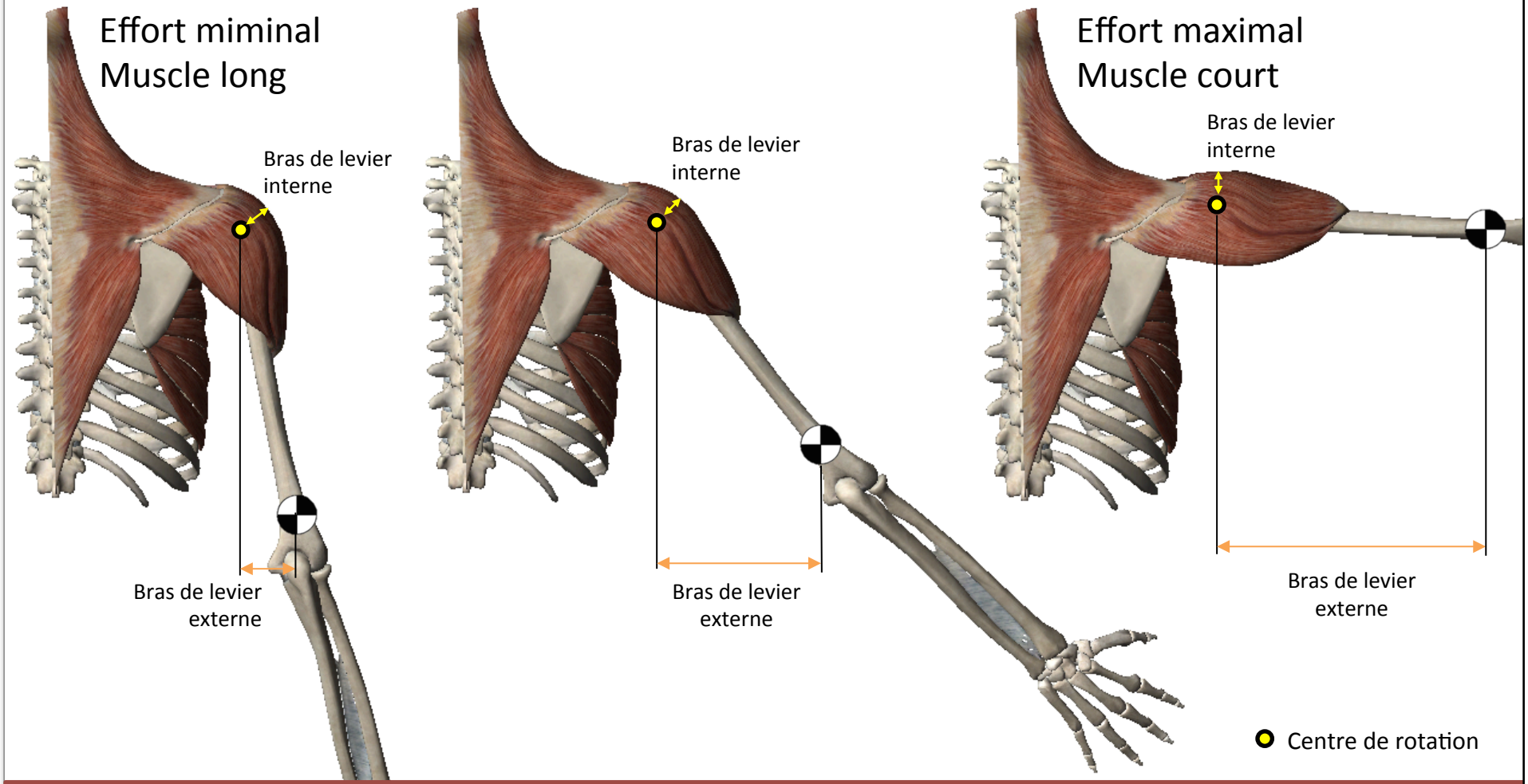
- Quelle est la force des quadriceps pour maintenir les positions de squat suivantes ?
- Quelle est la force de compression sur la patella ?



ENTRAÎNEMENT EN MUSCLE COURT/LONG

UQÀM | Département des sciences de l'activité physique

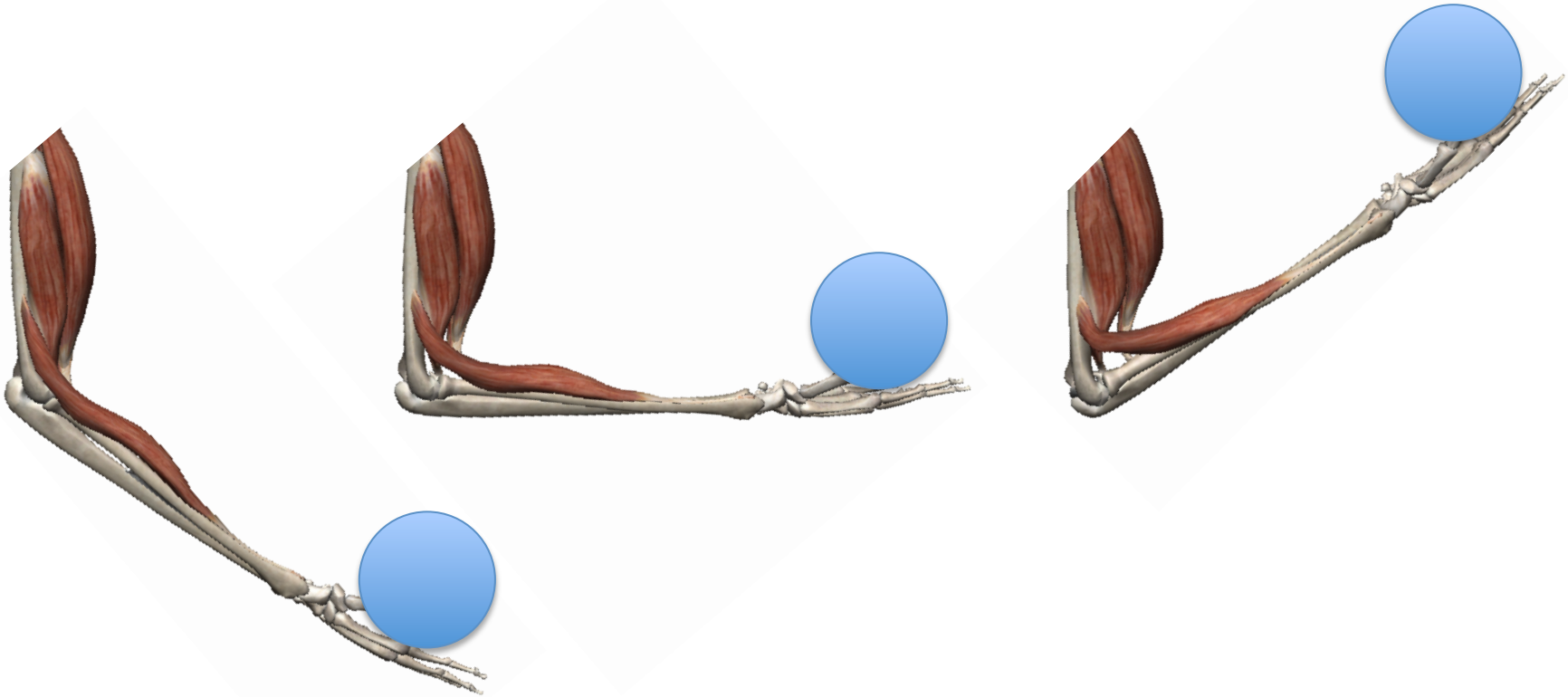
Entraînement en muscle court / muscle long



Si l'effort maximal survient lors le muscle est { court / moyen / long } alors c'est un entraînement en muscle { court / moyen / long }

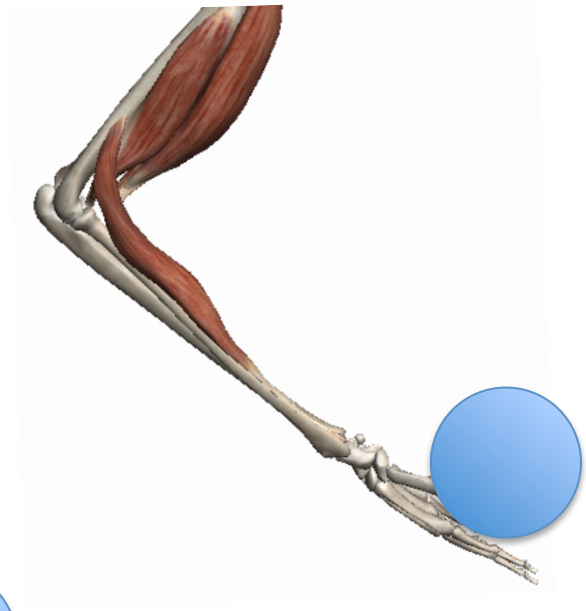
Entraînement en muscle court / muscle long

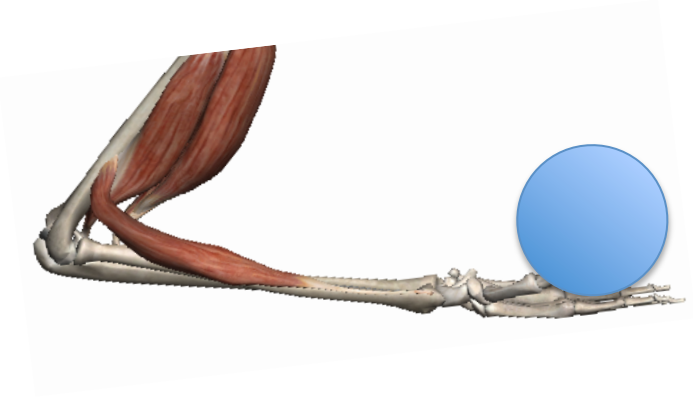
- De quel type d'entraînement s'agit-il ?
  (muscle court, moyen, long)



Entraînement en muscle court / muscle long

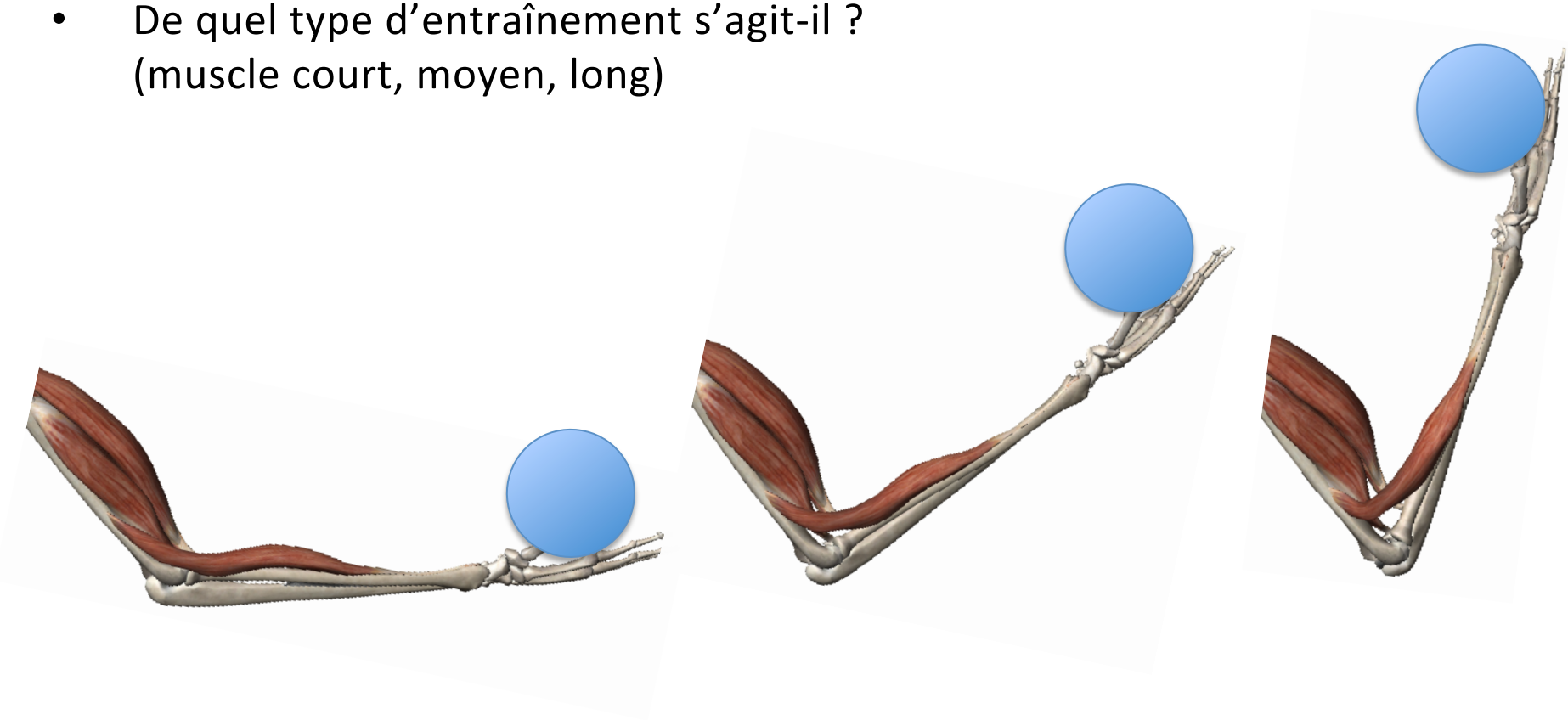
- De quel type d'entraînement s'agit-il ?
  (muscle court, moyen, long)





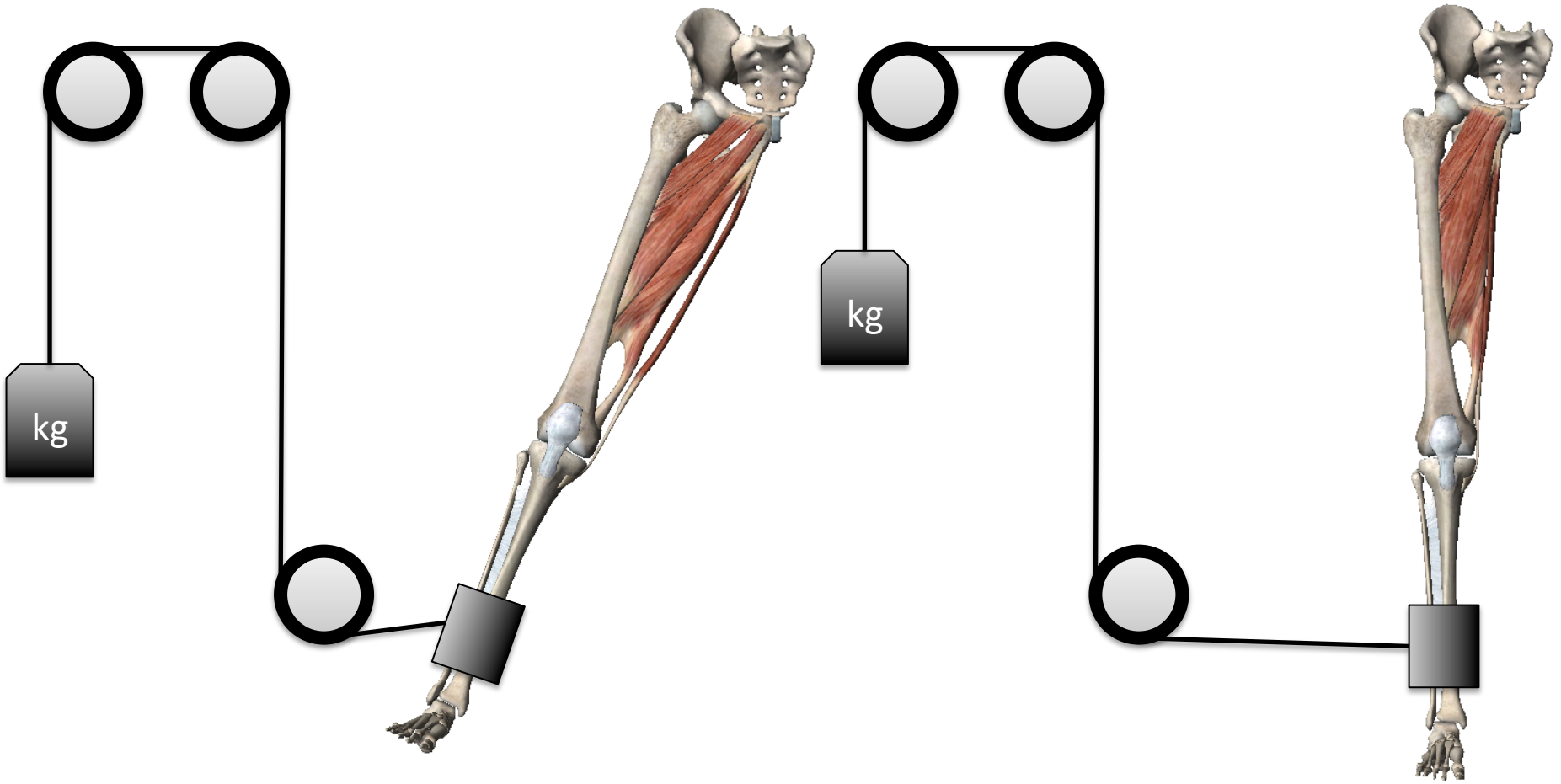
Entraînement en muscle court / muscle long

- De quel type d'entraînement s'agit-il ?
  (muscle court, moyen, long)



Entraînement en muscle court / muscle long

- De quel type d'entraînement s'agit-il ?
  (muscle court, moyen, long)



Entraînement en muscle court / muscle long

- De quel type d'entraînement des adducteurs de l'épaule s'agit-il ? (muscle court, moyen, long)

Entraînement en muscle court / muscle long

- De quel type d'entraînement des fléchisseurs de l'épaule s'agit-il ? (muscle court, moyen, long)

Entraînement en muscle court / muscle long

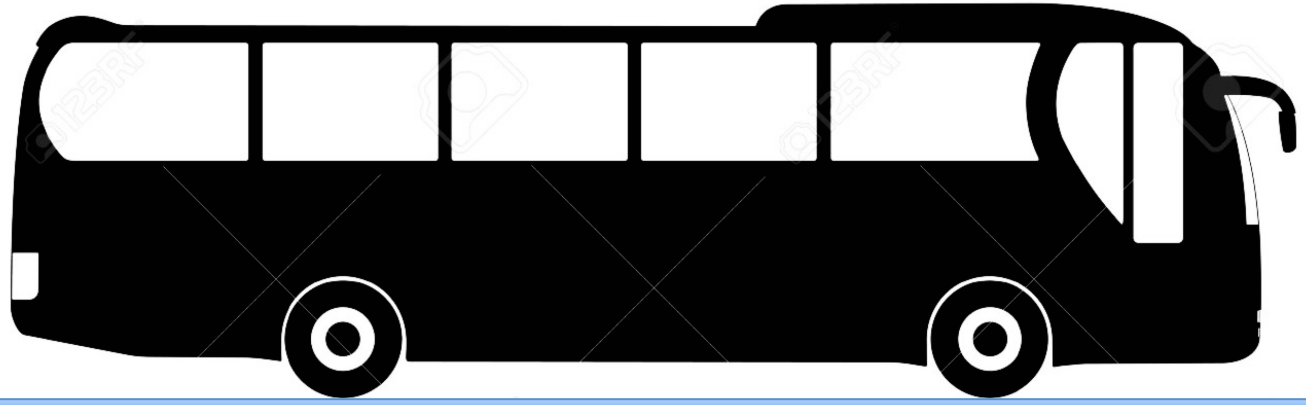
- De quel type d'entraînement des abdominaux s'agit-il ? (muscle court, moyen, long)

Impulsion et quantité de mouvement

LA QUANTITÉ DE MOUVEMENT LINÉAIRE

Quantité de mouvement linéaire

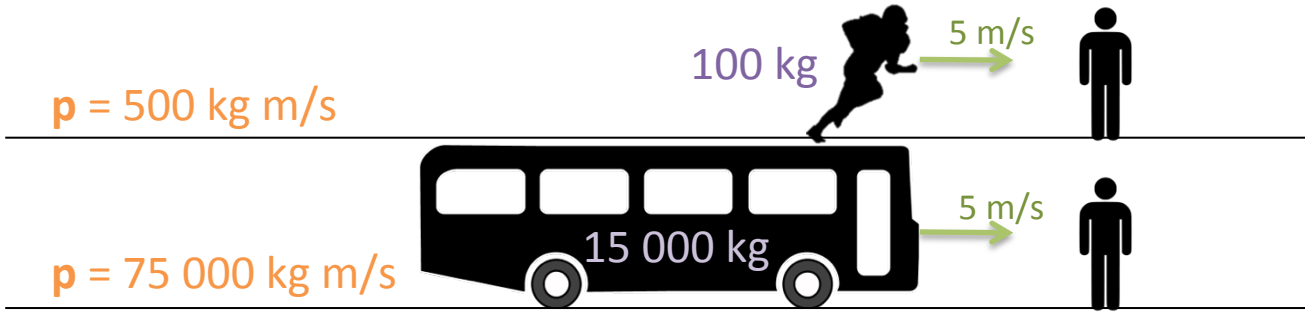
Quel impact fera le plus mal ?



Quantité de mouvement linéaire

- La quantité de mouvement linéaire **p**, ou momentum linéaire, est un vecteur défini par le produit de la **masse** et de la **vitesse** d'un corps.

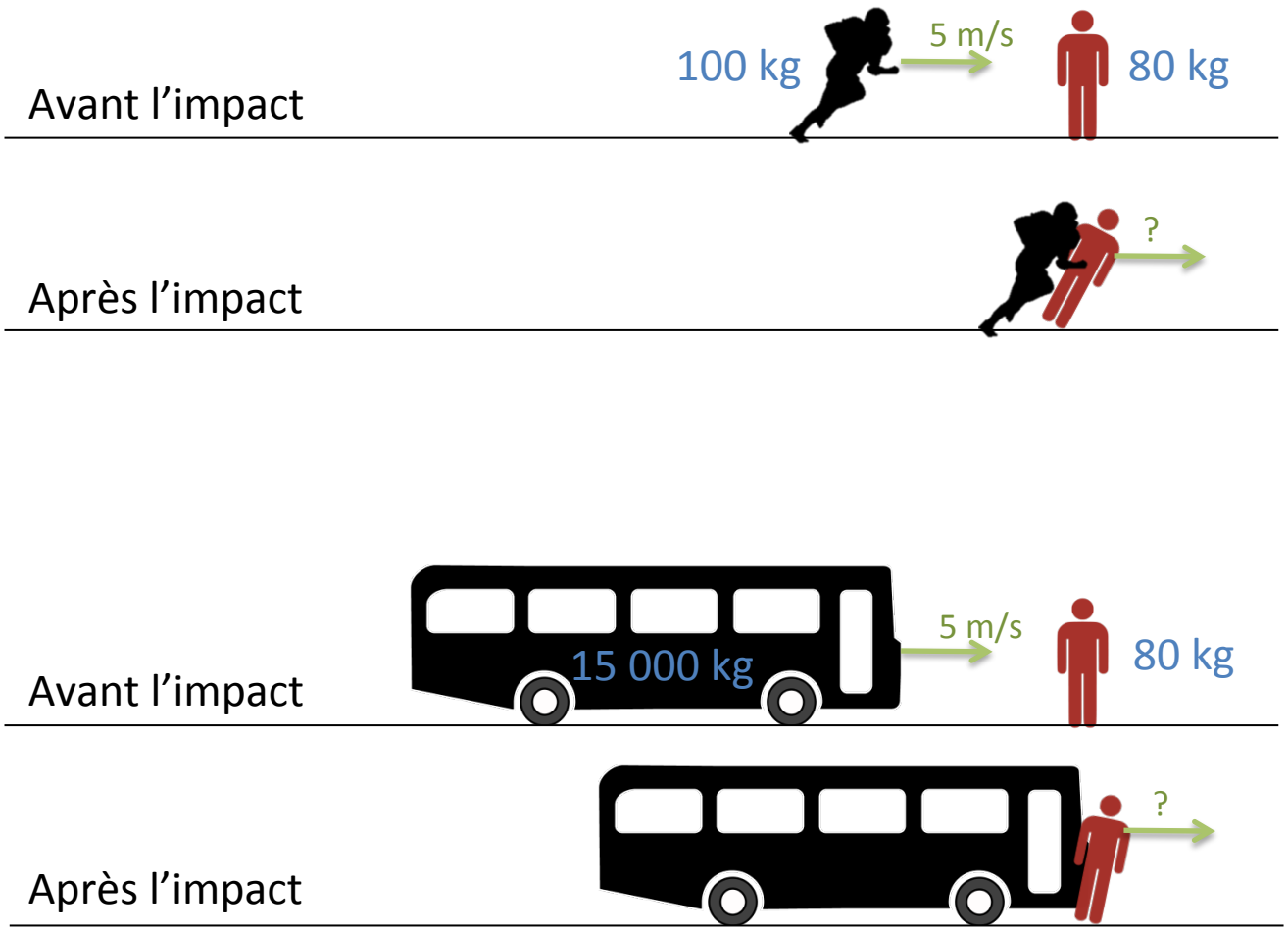
$$\mathbf{p} = m\,\mathbf{v}$$



- C'est une variable importante pour décrire les transferts de force et de vitesse d'un corps à l'autre.
- Conservation de la quantité de mouvement : sans l'application d'une force externe, la quantité de mouvement totale dans un système est constante.

Quantité de mouvement linéaire

- Exemple : calculer la vitesse du bonhomme rouge juste après l'impact



Quantité de mouvement linéaire

- Équation du mouvement linéaire de Newton :

$$F = ma$$

- L'accélération a est la vitesse à laquelle on change de vitesse :

$$a = \Delta v/\Delta t$$

Δ = Différence :
Δv = Gain de vitesse
Δt = Durée

- Donc :

$$F = m\ \Delta v/\Delta t$$

- En réarrangeant :

$$F\Delta t = \Delta(mv)$$

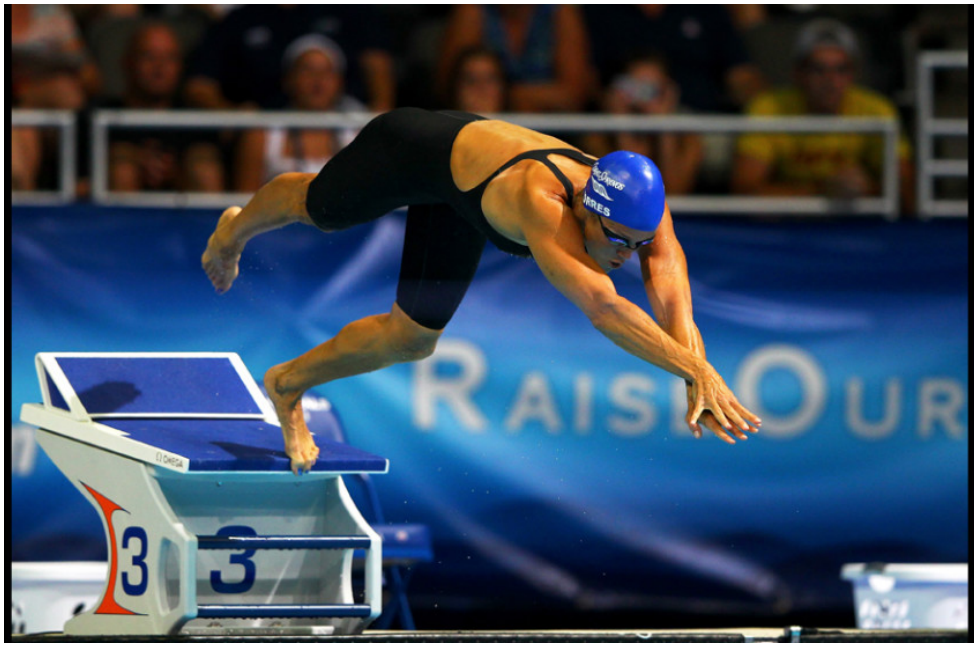
Impulsion

Gain de quantité de mouvement

Quantité de mouvement linéaire

- Une nageuse de 70 kg applique une force horizontale moyenne de 1500 N pendant 0.3 seconde sur un bloc de départ. Quelle est sa vitesse horizontale une fois rendue dans les airs ?

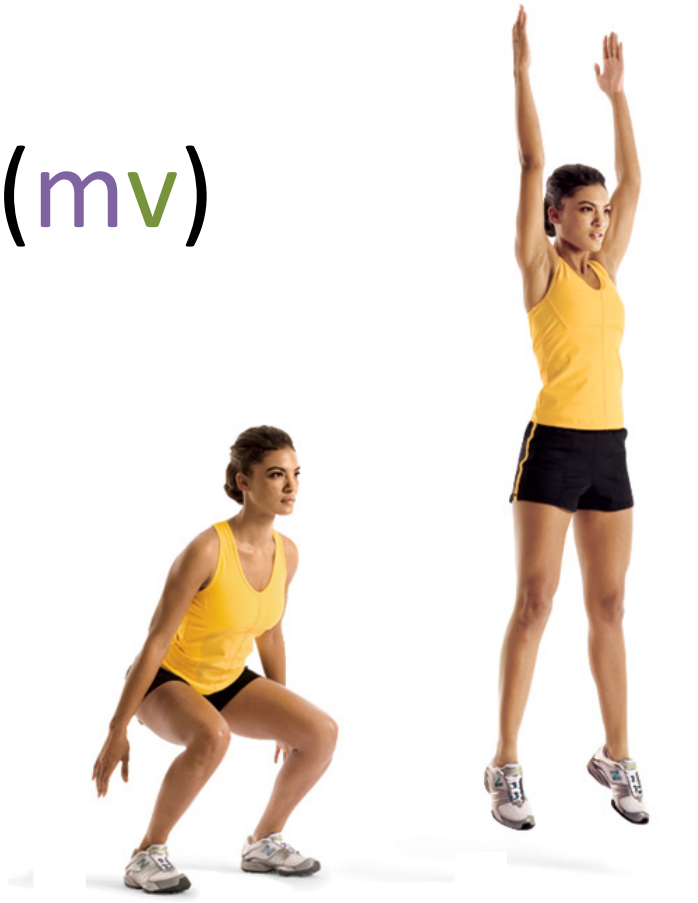
$$F\Delta t = \Delta(mv)$$



Quantité de mouvement linéaire

- Une athlète de 60 kg fait un squat jump (position initiale immobile avec genoux fléchis). Elle applique une force verticale moyenne de 1500 N au sol pendant 0.4 seconde. Quelle est sa vitesse au décollage ?

$$F\Delta t = \Delta(mv)$$



Quantité de mouvement linéaire

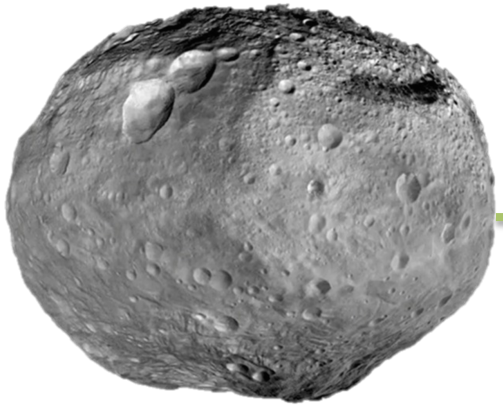
- Une athlète de 60 kg fait un squat jump (position initiale immobile avec genoux fléchis). À l'atterissage, sa vitesse verticale est de 6.076 m/s. Elle s'arrête en 0.4 secondes. Quelle force verticale moyenne a-t-elle appliquée au sol ?

$$F\Delta t = \Delta(mv)$$

LOIS DE NEWTON EN ANGULAIRE

Lois de Newton (généralisation)

- 1ère loi de Newton : L'inertie
  - Un corps en mouvement qui n'est soumis à aucune force externe conserve son mouvement.

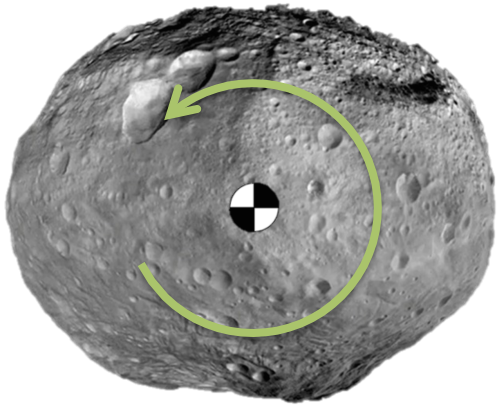


Vitesse linéaire

v = constante

Lois de Newton (généralisation)

- 1ère loi de Newton : L'inertie
  - Un corps en mouvement qui n'est soumis à aucune force **ou moment** externe conserve son mouvement.

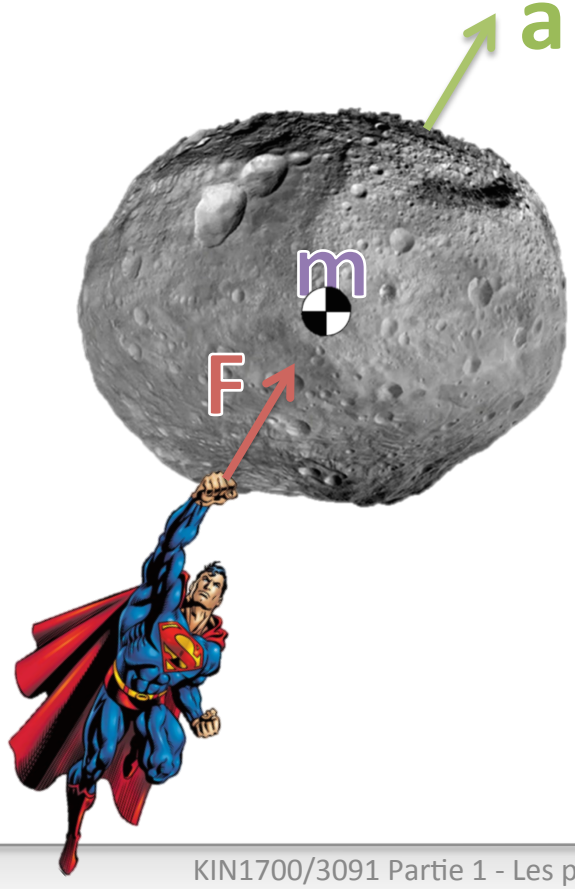


Vitesse angulaire

ω = constante

Lois de Newton (généralisation)

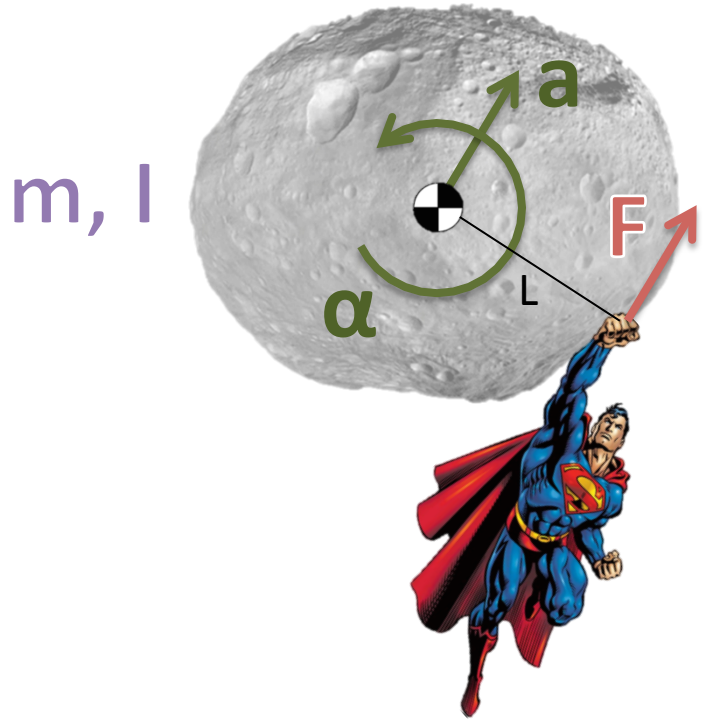
- 2ème loi de Newton : Force – Accélération
  - Les changements dans le mouvement linéaire sont proportionnels à la force motrice et à la masse, et se font dans la même direction que la force.



$$\sum F = ma$$

Lois de Newton (généralisation)

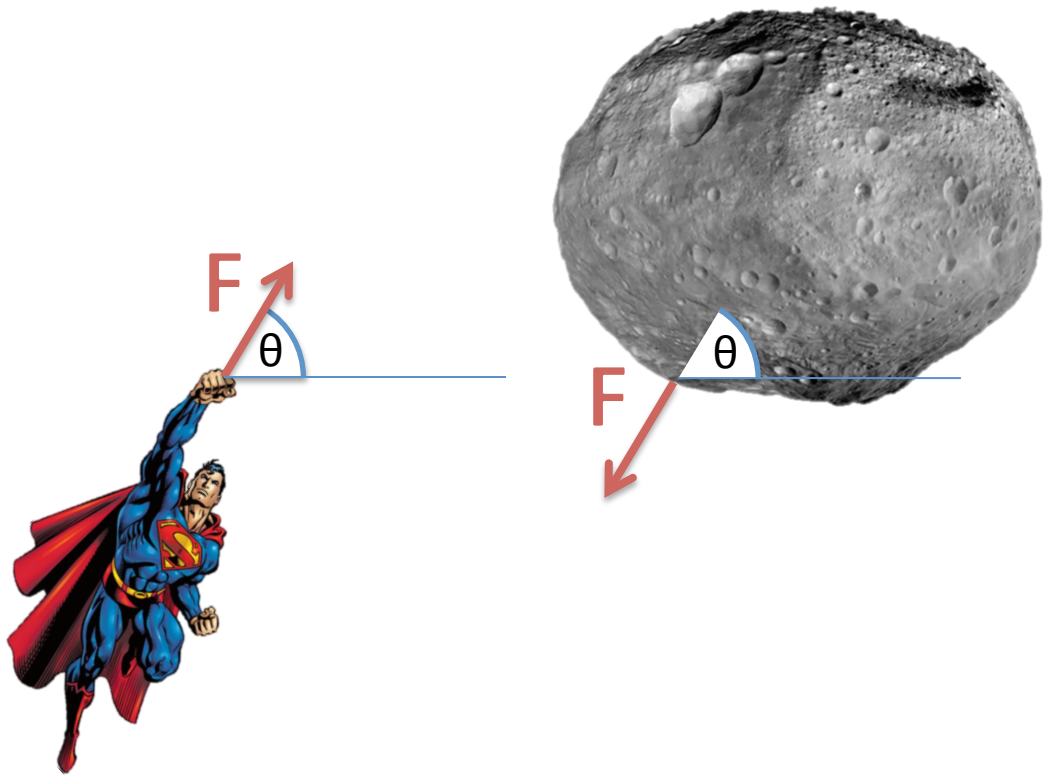
- 2ème loi de Newton : Force – Accélération
  - Les changements dans le mouvement linéaire sont proportionnels à la force motrice et à la masse, et se font dans la même direction que la force.
  - Les changements dans le mouvement angulaire sont proportionnels au moment de force et se font dans la même direction que le moment de force.



$$\sum F = ma$$
$$\sum M = I\alpha$$

Lois de Newton (généralisation)

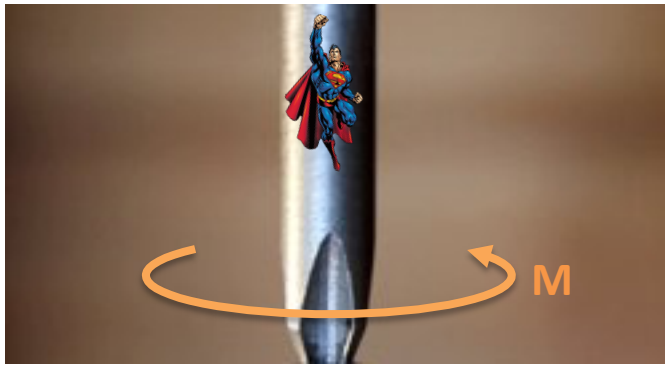
- 3ème loi de Newton : Action – Réaction
  - À toute action s'oppose une réaction inverse identique.



Superman applique une force F sur le météorite.
Réciproquement, le météorite applique une force F égale et opposée sur Superman.

Lois de Newton (généralisation)

- 3ème loi de Newton : Action – Réaction
  - À toute action s'oppose une réaction inverse identique.

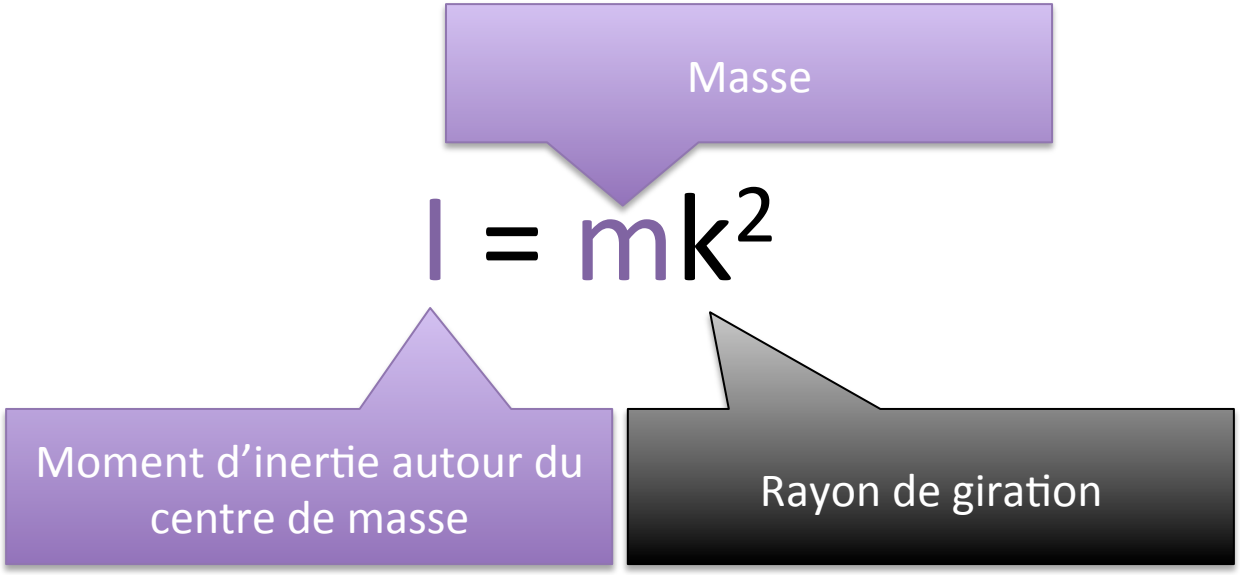


Le tournevis de Superman applique un moment M sur la vis.
Réciproquement, la vis applique un moment M égal et opposé au tournevis.

MOMENT D'INERTIE

Moment d'inertie

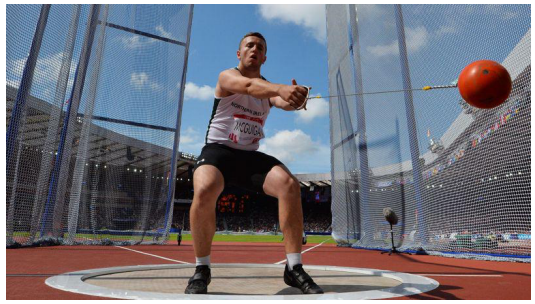
- Le moment d'inertie est ce qui empêche un changement rapide de vitesse linéaire.
- Il est fonction de :
  - La masse de l'objet
  - La distribution de masse de l'objet : plus la masse est éloignée du centre de rotation, plus le moment d'inertie est important.

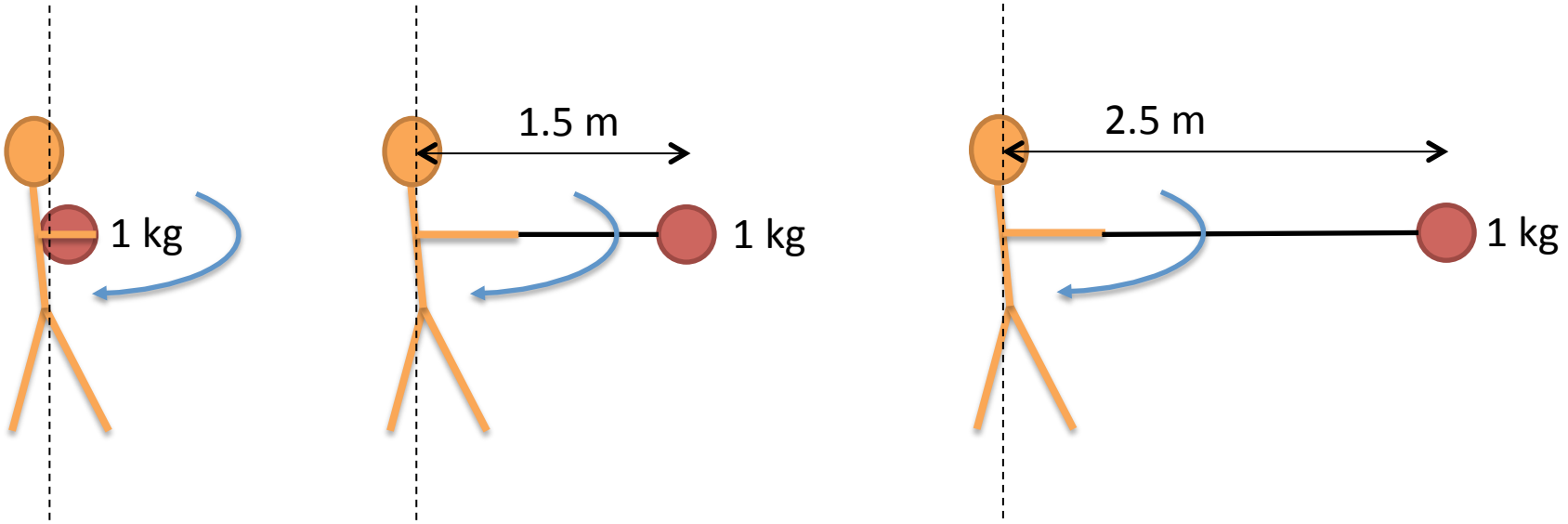


Unité du moment d'inertie : kg m^2

Moment d'inertie

- Quel moment d'inertie est ajouté à celui du corps dans ces 3 situations ?
- Quelle est la situation ou un plus grande moment de force sera nécessaire pour faire accélérer le marteau ?



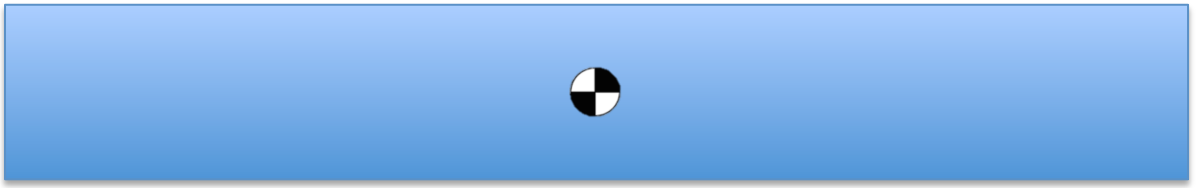


$$I = mk^2$$

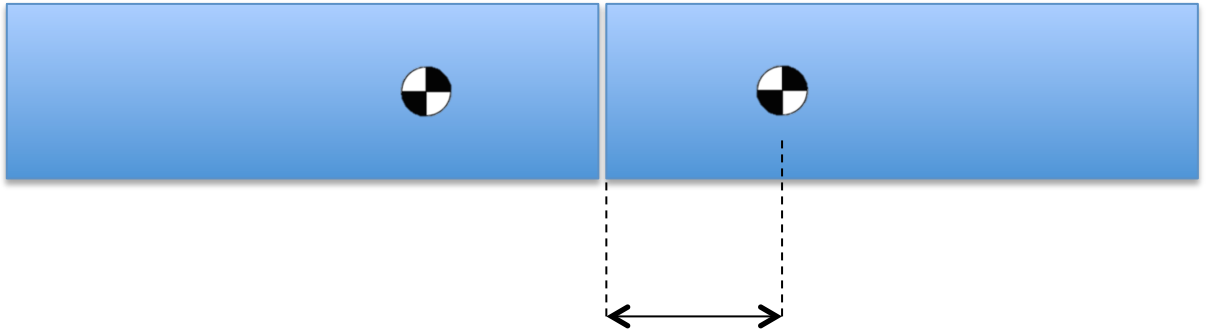
Moment d'inertie

- Rayon de giration :
  - Mesure de distance fictive qui exprime la distribution de la masse d'un objet.

On prend un objet et son centre de masse :



On le coupe l'objet en deux sur son centre de masse. Les objets résultants ont eux-même un centre de masse :

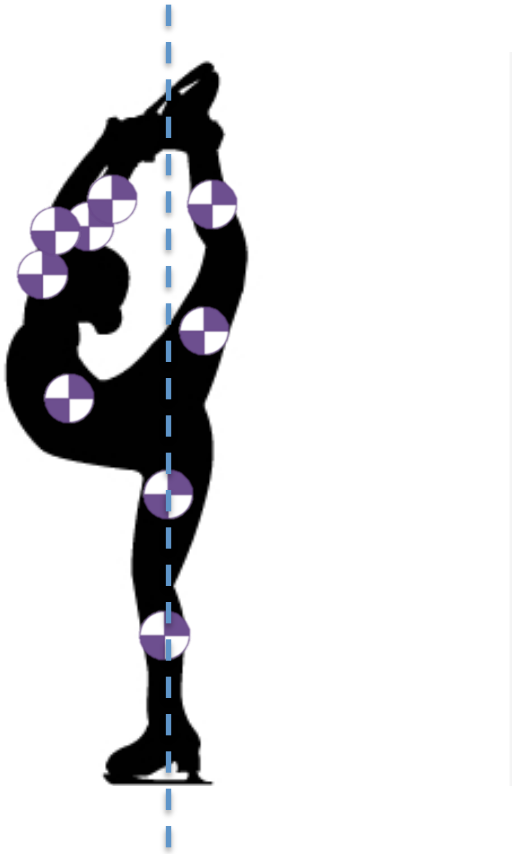


Moment d'inertie

- Généralisation du rayon de giration à tous les segments du corps :

Les centres de masse des segments sont **loin** du centre de rotation :

Moment d'inertie élevé

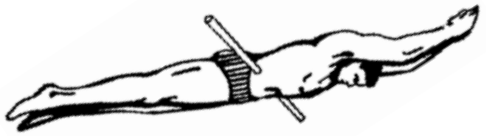


Les centres de masse des segments sont **près** du centre de rotation :

Moment d'inertie faible

Moment d'inertie

I = 56.7 kg m^2



I = 14.2 kg m^2

I = 6.3 kg m^2

I = 3.4 kg m^2

Moment d'inertie

- Exemple : décélération sur une chaise tournante
  - Avec bras allongés et poids dans les mains
  - Avec bras et poids le long du corps

$$\sum M = I\alpha$$

Dans ces exemple, le seul moment est la friction de la chaise :

$$-M_{friction} = I\alpha$$

Donc

$$\alpha = -M_{friction} / I$$

Plus le moment d'inertie est grand, plus la décération est faible, donc on s'attend à perdre de la vitesse moins vite.

QUANTITÉ DE MOUVEMENT ANGULAIRE

Quantité de mouvement angulaire

- La quantité de mouvement angulaire **p**, ou momentum angulaire, est un vecteur défini par le produit de le **moment d'inertie** et de la **vitesse angulaire** d'un corps.

$$L = I \omega$$

- C'est une variable importante pour décrire les transferts de moment et de vitesse angulaire d'un corps à l'autre.
- Conservation de la quantité de mouvement : sans l'application d'une force externe, la quantité de mouvement totale dans un système est constante.

Quantité de mouvement angulaire

- Exemple : accélération et décélération sur une chaise tournante
  - Avec bras allongés et poids dans les mains
  - Avec bras et poids le long du corps
  - En alternance

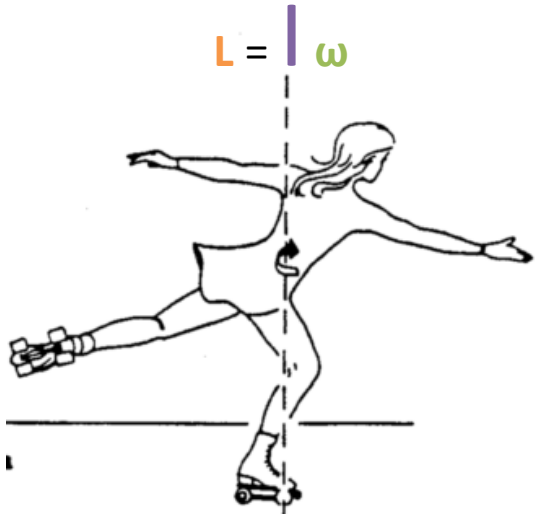
$$L = I \omega$$

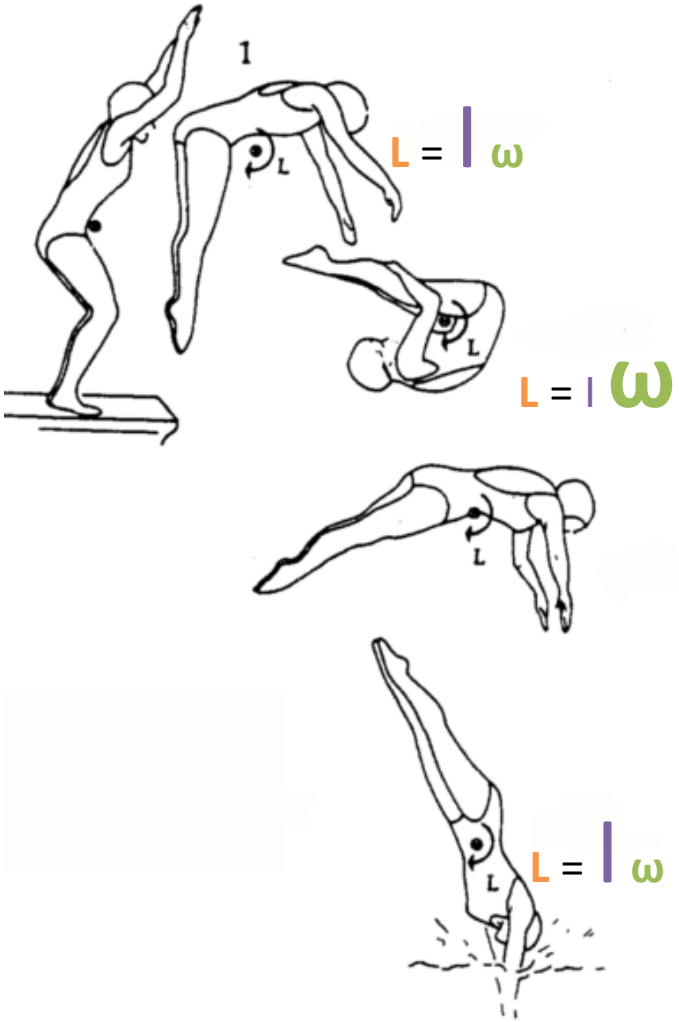
Si **j'augmente** mon **moment d'inertie**,
alors par conservation de la quantité de mouvement,
ma **vitesse angulaire** doit **diminuer**.

Si je **diminue** mon **moment d'inertie**,
alors par conservation de la quantité de mouvement,
ma **vitesse angulaire** doit **augmenter**.

Quantité de mouvement angulaire

- Conservation de la quantité de mouvement angulaire

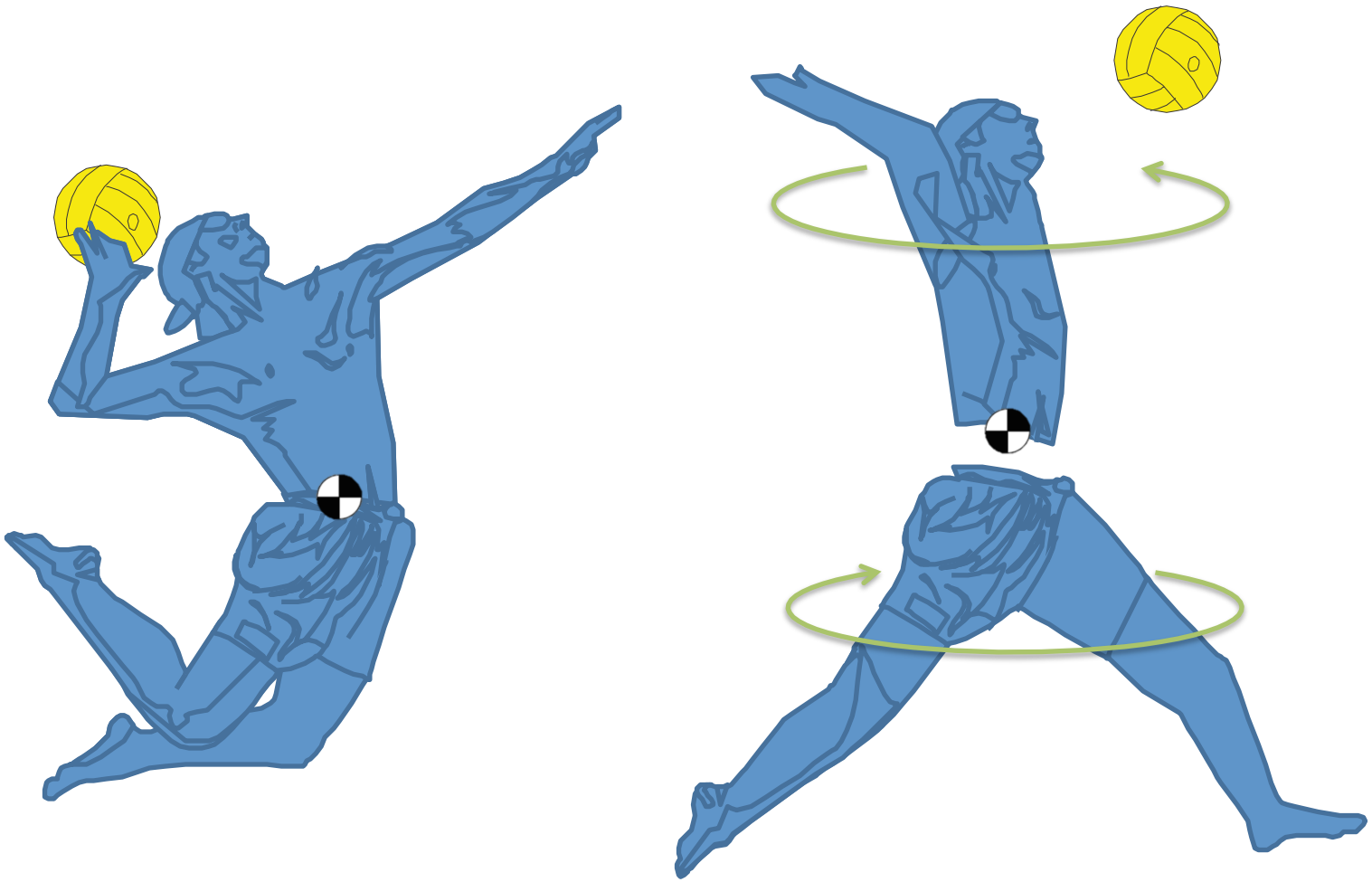




Quantité de mouvement angulaire

Quantité de mouvement angulaire

- Conservation de la quantité de mouvement angulaire



Quantité de mouvement angulaire

- Équation du mouvement angulaire de Newton :

$$M = I\alpha$$

- L'accélération angulaire α est la vitesse à laquelle on change de vitesse angulaire ω:

$$\alpha = \Delta\omega/\Delta t$$

Δ = Différence :
Δv = Gain de vitesse
Δt = Durée

- Donc :

$$M = I\ \Delta\omega/\Delta t$$

- En réarrangeant :

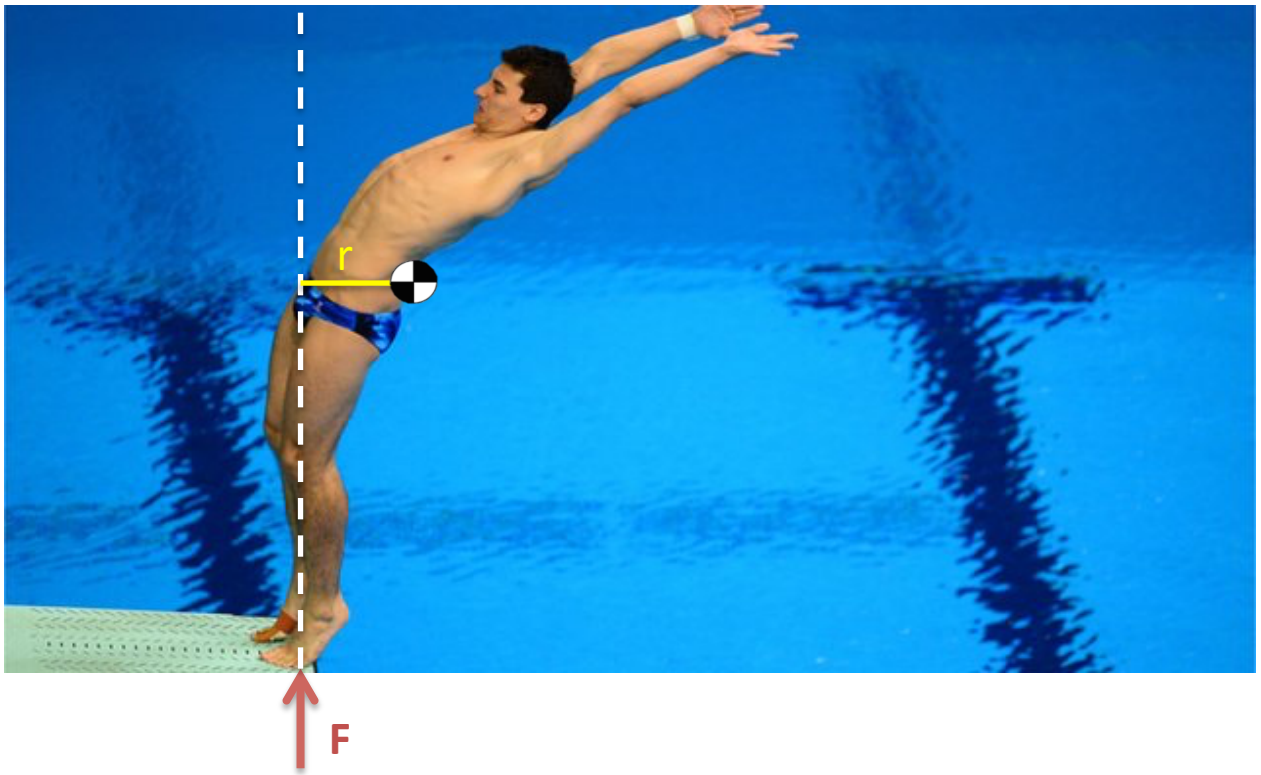
$$M\Delta t = \Delta(m\omega)$$

Impulsion

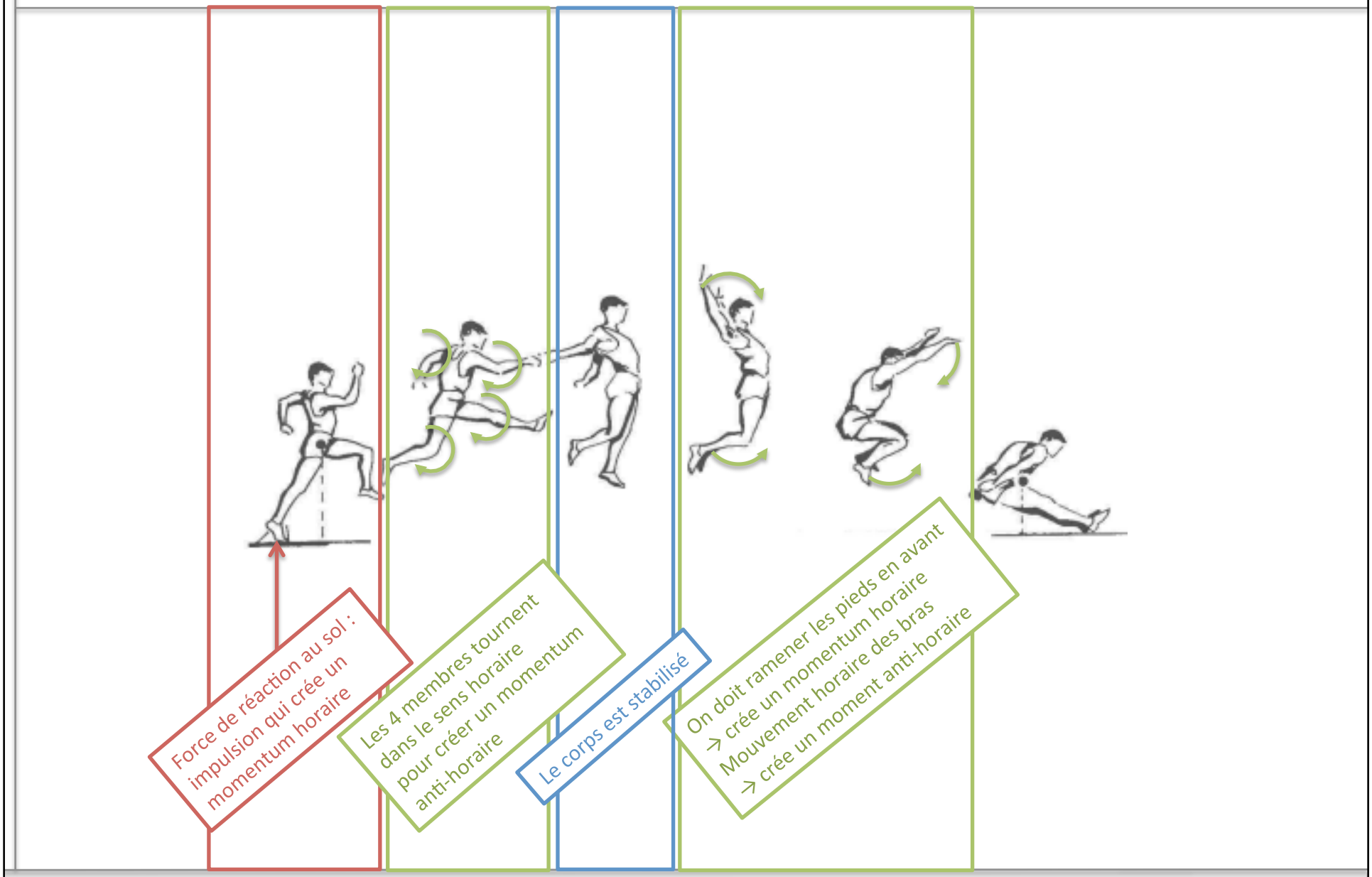
Gain de quantité de mouvement

Quantité de mouvement angulaire

- La force de réaction au sol (tremplin) **F** crée un moment **M** = **F**r autour du centre de masse
- Le moment autour du centre de masse crée une impulsion angulaire **M**Δt
- Cette impulsion crée un momentum angulaire **L** = **I**ω = **M**Δt



Quantité de mouvement angulaire



EXERCICES

Impulsion et quantité de mouvement

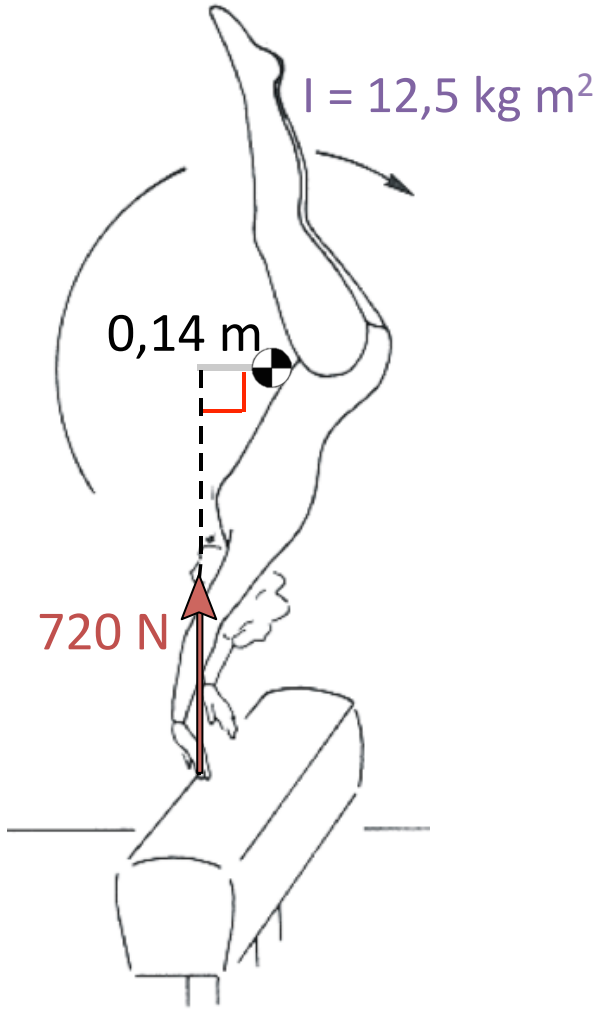
- Si le pneu arrière d'un vélo applique une force horizontale de 153 N et que la masse du vélo et du cycliste est de 85 kg, quel est son accélération?
  → 1.8 m/s^2
- En supposant que l'accélération est constante, en combien de temps atteindrait-il 50 km/h ?
  → 7.67 s

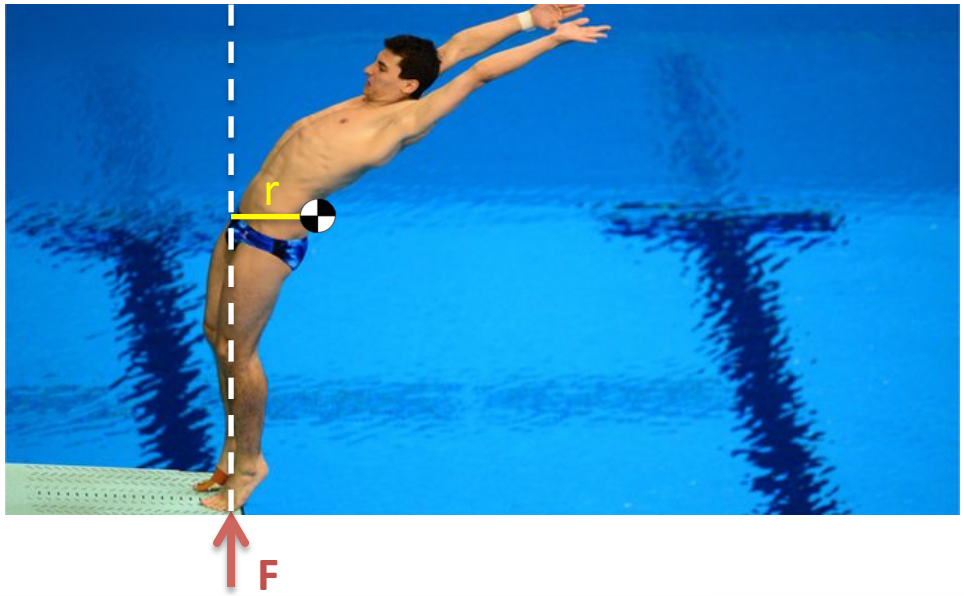
Impulsion et quantité de mouvement

- Un lanceur applique sur son disque une accélération de 125,5 m/s^2. Sachant que le disque a une masse de 2 kg, avec quelle force a-t-il projeté l'engin ?
  → 251 N
- De plus, si vous savez que le temps d'application de la force est de 0.21 s, quelle sera la vitesse finale du disque ?
  → 26.34 m/s

Impulsion et quantité de mouvement

- À partir de l'illustration ci-contre, déterminez l'accélération angulaire de l'athlète.



Impulsion et quantité de mouvement

- Soient les informations suivantes :
  - La force de réaction au sol **F** est de 1000 N en moyenne.
  - Le bras de levier **r** de cette force est de 0.90 m.
  - Le temps d'application de la force dure 0.2 s.
  - Le moment d'inertie est de 12 kg m^2.
- Quelle est l'impulsion angulaire ?
- Quelle est la vitesse de rotation du plongeur à la sortie du tremplin ?
- Quelle serait sa vitesse de rotation si, pendant le saut, le plongeur se groupe de façon à réduire son rayon de giration de moitié ?